Zemax OpticStudio 19.4

帮助手册

2019年4月



Zemax

www.zemax.com
China@zemax.com
Taiwan@zemax.com
Support@zemax.com

目录

文件选项卡 THE FILE TAB 15

镜头文件组(Lens File Group) 15

新建/打开/保存/另存为 16
插入镜头 19
文件比较器 20

存档文件组（Archive Group） 22

创建存档文件（Create Archive） 23
加载存档文件（Load Archive） 24

输出文件组（Export Group） 26

CAD 文件 （CAD Files） 27
DXF/IGES 图元文件 （DXF/IGES Linework） 31
Zemax 黑盒文件（Zemax Black Box） 34
加密膜层（Encrypted Coating） 37

转换组（Convert Group） 38

转换至非序列组（Convert to NSC Group） 40

转换文件格式（Convert File Formats） 44

将 INT Zernike 转换成 OpticStudio 数据（INT Zernike to OpticStudio DAT） 45
转换干涉仪网格数据为 DAT 格式（INT Grid to OpticStudio DAT） 47
INT 网格转换为 OpticStudio GRD（INT Grid to OpticStudio GRD） 48
转换 Bitmap 图片为 OpticStudio 数据(Bitmap Image to OpticStudio DAT) 50
转换 OptiWave® F3d 数据文件为 ZBF 文件格式(OptiWave® F3d Beam File to OpticStudio ZBF) 51
转换到 MAT 数据(Convert to MAT) 52
转换 CODE V 文件到 OpticStudio 文件(Convert CODE V to OpticStudio) 54

分解组（Explode Group） 58

分解 SolidWorks 装配体文件（Explode SolidWorks Assembly） 58
分解 Autodesk Inventor 装配体文件（Explode Autodesk Inventor Assembly） 59
分解 Creo Parametric 装配体文件（Explode Creo Parametric Assembly） 60
分解 CAD 装配体文件（Explode CAD Assembly） 60

退出按钮（Exit Button） 61

设置选项卡 THE SETUP TAB 61

系统组(设置选项卡) System Group (the Setup Tab)..... 62
[系统选项] (System Explorer)..... 63
[配置选项(系统组)] (Project Preferences (system group))..... 141
[缩放镜头] (Scale Lens)..... 166
[自动保存] (Autosave)..... 168

程序模式组 (Program Mode Group)..... 169
[序列用户界面模式] (Sequential UI Mode)..... 170
[非序列用户界面模式] (Non-Sequential UI Mode)..... 171
[切换用户界面模式] (Switching UI Modes)..... 172

编辑器组（设置选项卡）（Editors Group (Setup Tab)） 176
镜头数据编辑器 (Lens Data Editor)..... 177
[非序列元件编辑器] (Non-Sequential Component Editor)..... 330
[视场数据编辑器](Field Data Editor)..... 602
[多重结构编辑器](Multiple Configuration Editor)..... 603
评价函数编辑器（编辑器组）(Merit Function Editor (Editors Group)..... 629
公差数据编辑器（从“设置选项卡”访问）(Tolerance Data Editor (from the Setup Tab)..... 630
物体编辑器(Object Editor)..... 631
[使用编辑器](Using the Editors)..... 645

视图组(System Viewers Group (the Setup Tab)..... 650
2D 视图（Setup Tab, sequential）..... 651
3D 视图（Setup Tab, sequential）..... 651
实体模型（Setup Tab, sequential）..... 652
ZEMAX 元件制图（Setup Tab, sequential）..... 652
ISO 元件制图（Setup Tab, sequential）..... 652
CAD 零件查看（Setup Tab）..... 653
物体编辑器（Setup Tab）..... 653
NSC 3D 视图（Setup Tab non-sequential）..... 653
NSC 实体模型（Setup Tab, non-sequential）..... 654

[诊断组](Diagnostics Group)..... 654
[系统检查](System Check)..... 655
[性能](Performance)..... 656
[生成错误光线](Create Error Ray)..... 658
[忽略追迹错误](Ignore Trace Errors)..... 658
[网络服务器](Network Server)..... 659

[窗口控制组](Window Control Group)..... 659
[窗口置前](Bring to Front)..... 660
[窗口选项](Window Options)..... 661
[布局新窗口](Dock New Windows)..... 665

[结构组](Configuration Group)..... 666
[热分析（Setup Tab Sequential UI Mode）]..... 666
[共轭分析（Setup Tab Sequential UI Mode）]..... 667

[多重结构编辑器（Multiple Configuration Editor(Setup Tab Sequential UI Mode)）] 668
[多重结构编辑器(Multiple Configuration Editor(Setup Tab Non-Sequential UI Mode)）] 669
[下一个/上一个结构](Next/Previous Configuration) 670

分析选项卡（序列用户界面模式）THE ANALYZE TAB (SEQUENTIAL UI MODE) 670

视图组（分析选项卡，序列用户界面模式）System Viewers Group (the analyze tab, sequential ui mode) 671
截面图 672
3D 视图 676
实体模型 681
Zemax 元件图（系统查看器组） 686
ISO 元件图（系统查看器组） 690
CAD 零件查看器（序列用户界面模式，分析选项卡，系统查看器组） 691

“像质分析”组 694
光线迹点 695
像差分析（“像质分析”组） 728
点扩散函数 792
MTF 曲线 809
RMS 844
圈入能量 856
扩展图像分析 867

激光与光纤(Laser and Fibers Group) 918
物理光学传播 (Physical Optics Propagation) 918
物理光学传播 (About Physical Optics Propagation) 924

[偏振与表面物理组（分析菜单，序列模式）] (Polarization and Surface Physics Group (the analyze tab, sequential ui mode)) 974
偏振（偏振与表面物理组）(Polarization (polarization and surface physics group)) .974
[表面] (Surface) 987
[膜层（偏振与表面物理组，分析选项卡，序列模式界面）] (Coatings (polarization and surface physics group, the analyze tab, sequential ui mode)) 1001

报告组（分析选项卡，序列模式用户界面）Reports Group (the analyze tab, sequential ui mode) 1013
报告图 1014
表面数据报告 1017
系统数据报告 1018
分类数据报告（报告组，分析选项卡，序列模式用户界面） 1019
系统数据摘要 1022
基面数据（报告组，分析选项卡，序列模式用户界面） 1023

通用绘图工具（分析选项卡，序列模式用户界面）Universal Plot Group (the analyze tab, sequential ui mode) 1025

一维通用绘图... 1026
新建二维通用绘图... 1029

应用分析组（分析选项卡，序列模式用户界面）Applications Group (the analyze tab, sequential ui mode) 1034

杂散光分析 1035
双目镜分析 1040
PAL/Freeform 分析 1047
非序列追迹 1054

图形和文本窗口操作（Graphics and Text Windows Operations ） 1055

工具栏按钮功能 1055
OpticStudio 的新绘图 1062
动态叠加 1073
使用注释功能 1083
使用 Windows 剪贴板 1088
使用平移和缩放 1088
中止长时间计算 1089
打印窗口 1089

分析选项卡（非序列模式用户界面）THE ANALYZE TAB (NON-SEQUENTIAL UI MODE) 1092

视图组（分析选项卡，非序列模式用户界面）System Viewers Group (the analyze tab, non-sequential ui mode) 1093

非序列 3D 视图 1094
非序列实体模型 1097
CAD 零件查看器（视图组，分析选项卡，非序列模式用户界面） 1100
物体编辑器（视图组，分析选项卡，非序列模式用户界面） 1103

光线追迹组（Trace Rays Group） 1106

光线追迹 1107
Lightning 追迹 1113
特定光线比对（分析选项卡，非序列） 1117

探测器组（Detectors Group） 1121

探测器查看器 1122
探测器工具 1129

光线追迹分析组（Raytrace Analysis Group） 1136

光线数据库查看器 1137
路径分析 1142
光通量 vs 光谱分析 1146

偏振组（分析选项卡，非序列用户界面）（Polarization Group (the analyze tab, non-sequential ui mode) 1150

膜层（偏振组，分析选项卡，非序列用户界面） 1151

报告组（分析选项卡，非序列用户界面）（Reports Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)..... 1178
分类数据报告（报告组，分析选项卡，非序列用户界面）.....1179

通用绘图工具（分析选项卡，非序列用户界面）（Universal Plot Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)）..... 1182
新建一维通用图表.....1183
新建二维通用图表.....1187

应用分析组（分析选项卡，非序列用户界面）Applications Group (the analyze tab, non-sequential ui mode）..... 1192
道路照明.....1192
光源照度图.....1196
反向光线追迹.....1200

优化选项卡（序列模式）THE OPTIMIZE TAB (SEQUENTIAL UI MODE) 1205

手动调整组(Manual Adjustment Group)..... 1206
快速聚焦(Quick Focus).....1206
快速调整(Quick Adjust).....1207
滑块(Slider).....1208
可视化优化器(Visual Optimizer).....1209

自动优化组(Automatic Optimization Group) 1211
评价函数编辑器（自动优化组）Merit Function Editor (automatic optimization group) 1211
优化向导 (Optimization Wizard) 1323
执行优化(Optimize!) 1331
移除所有变量(Remove All Variables) 1334
设全部半径为变量 (Set All Radii Variable) 1334
设全部厚度变量(Set All Thickness Variable).....1335

全局优化组(Global Optimizers Group) 1335
全局优化(Global Optimizer).....1336
锤形优化 (Hammer Optimizer) 1339
玻璃替换模板（全局优化组）Glass Substitution Template (global optimizers group) 1341

优化工具组(Optimization Tools Group).....1344
寻找最佳非球面(Find Best Asphere) 1344
非球面类型转换(Convert Asphere Types) 1346
库存镜头匹配工具(Stock Lens Matching) 1348
样板匹配 (Test Plate Fitting).....1350
样板列表（优化工具组） Test Plate Lists (optimization tools group).....1353

优化概述 Optimization Overview.....1355
选择优化变量 (Selecting optimization variables) 1356

修改评价函数 (Modifying the merit function)....1356
操作数权重的注意事项 (Notes on Operand Weights)....1358
理解边界操作数 (Understanding Boundary Operands)....1359
执行优化 (Performing an optimization)....1360
定义复杂操作数 (Defining complex operands)....1360
优化变焦和多重结构镜头 (Optimizing zoom and multiconfiguration lenses)....1362
优化公差灵敏度（优化概述） Optimizing Tolerance Sensitivity (optimization overview)....1362
用户定义的操作数（优化概述） User Defined Operands (optimization overview)....1364
优化建议 (Suggestions for optimizing)....1372
全局最优 (The Global Optimum)....1372
序列优化 (Sequential Optimization)....1373
全局优化 (Global Optimization)....1378

优化选项卡（非序列界面模式）THE OPTIMIZE TAB (NON-SEQUENTIAL UI MODE)....1383

手动调整组（非序列优化选项卡）Manual Adjustment Group（optimize tab, non-sequential）....1383
滑块 (Slider)....1384
可视化优化器 (Visual Optimizer)....1384

自动优化组（非序列优化选项卡） Automatic Optimization Group(optimize tab, non-sequential)....1385
评价函数编辑器 (Merit Function Editor)....1386
优化 (Optimize!)....1389
[评价函数向导] (Merit Function Wizards (optimize tab, non-sequential))....1389
[删除所有变量] (Remove All Variables (optimize tab, non-sequential))....1394

[全局优化组] (Global Optimizers Group (optimize tab, non-sequential))....1395
[全局优化] (Global Optimizer)....1395
[锤形优化] (Hammer Optimizer)....1395

公差选项卡（THE TOLERANCE TAB）....1396

[生产工具组](Production Tools Group)....1396
[成本估计器（生产工具）](Cost Estimator (production tools))....1397
[锁定设计](Design Lockdown)....1401
[特定光线生成器](Critical Rayset Generator)....1403

[公差分析组](Tolerancing Group)....1407
[公差数据编辑器](Tolerance Data Editor)....1408
公差分析向导....1437
公差分析....1440
公差脚本....1451
公差报告....1452

加工图纸与数据组 1453
ISO 元件制图（加工图纸与数据组） 1454
Zemax 元件制图（加工图纸与数据组） 1465
矢高表 1470

面型数据组 1473
矢高图 1474
相位图 1474
曲率图 1475
矢高截面图 1476
相位截面图 1476
曲率截面图 1477

公差概述 1478
基本步骤 1480
使用不规则面型进行公差分析 1481
定义补偿器 1481
OpticStudio 如何进行公差分析计算 1482
评估补偿器 1483
灵敏度分析 1483
RSS 估算改变量 1484
反灵敏度分析 1485
蒙特卡罗分析 1487
蒙特卡罗分析的嵌套规则 1491
使用公差脚本 1493
对多重结构（变焦）镜头进行公差分析 1505
对包含求解的系统进行公差分析 1505
排除公差结果中的问题 1506
优化公差灵敏度（公差概述） 1506
公差分析的潜在问题 1506
总结（公差概述） 1507

数据库选项卡 (THE LIBRARIES TAB) 1507

光学材料组 (Optical Materials Group) 1508
材料库 (Material Catalog) 1509
使用材料库 (Using Material Catalogs) 1510
材料分析 1554
材料工具 1571
玻璃替换模板（材料工具） 1578

库存镜头组 1582
镜头库 1583
创建个人镜头库 1588
样板列表(库存镜头组) 1589

[膜层组] (Coatings Group) 1593
[膜层库] (Coating Catalog) 1593

[膜层工具] (Coating Tools) 1595
[定义膜层] (Defining Coating) 1598
[关于膜层] (About Coatings) 1615

[散射组] (Scattering Group) 1622
[IS 散射库数据] (IS Scatter Catalog Data) 1623
[ABg 散射数据库] (ABg Scatter Data Catalogs) 1626
[散射函数查看器] (Scatter Function Viewer) 1629
[散射极坐标图] (Scatter Polar Plot) 1635

[荧光散射组] (Phosphors and Fluorescence Group) 1639
[新建光谱文件] (Create Spectrum File) 1640
[查看光谱文件] (View Spectrum File) 1642

[光源组] (Sources Group) 1644
[RSMX 光源模型] (Radiant Source Models) 1645
IES 光源模型 (IES Source Models) 1655
SDF 光源模型 (Spectral Source Models) 1658

光源查看器组（Source Viewers Group） 1663
光源配光曲线（Source Directivity Plot） 1665
光源极坐标图（Source Polar Plot） 1667
[光源光谱图](Source Spectrum Plot) 1670
[CIE 1931 色品图](CIE 1931 Color Chart) 1672
[CIE 1976 色品图](CIE 1976 Color Chart) 1673

零件设计选项卡（THE PART DESIGNER TAB） 1674

【系统选项组 (零件设计选项卡)】(System Group(the part designer tab)) 1675
【零件设计】(Part Designer) 1676
【文件（系统选项组 零件设计选项卡）】(File (system group，the part designer tab)) 1676
【撤销 恢复】（Undo Redo） 1678
【编译所有】 (Build All) 1679

【脚本,草图，零件库，配置选项】(Script，Sketch，and Gallery Modes，Project Preferences) 1680
【脚本模式】(Script Mode) 1680
【草图模式】 (Sketch Mode) 1681
【零件库 （脚本，草图，零件库，工程属性）】 (Gallery Mode (script，sketch，and gallery modes，project preferences)) 1682
【配置选项（脚本，草图，零件库，配置选项）】(Project Preferences (script，sketch，and gallery modes，project preferences)) 1683

【插入选项组（零件设计选项卡）】(Insert Group (the part designer tab)) 1685
【声明】(Declaration) 1685
【物体】(Objects) 1687
[草图实体](Sketch Objects) 1702

[操作选项组（零件设计选项卡）](Operations Group (the part designer tab))..... 1703
[编辑实体（操作选项组，零件设计选项卡）](Shapes (operations group, the part designer tab))....1703
[平移/镜像（操作选项组，零件设计选项卡）](Translate (operations group, the part designer tab))....1706
布尔（操作指令组）(Boolean (operations group))....1710
光线（操作指令组，零件设计选项卡）(Ray(operations group,the part designer tab)) 1711
数学规则（操作指令组）(Math Syntax (operations group))....1713

草图指令组(Sketch Group)....1713
箭头工具(Arrow Tool)....1714
直线工具(Line Tool)....1714
曲线工具(Curve Tool)....1715
弧线工具(Arc Tool)....1716

搜索栏（零件设计选项卡）(Search Bar (part designer tab))....1717

零件设计的使用 (Using Part Designer)....1718
开始 (Getting Started)....1718
ZPO 和 ZSO....1719
创建一个零件物体(Building a Part Object)....1720
创建草图(Creating a Sketch)....1721
使用草图(Using a Sketch)....1722
什么是贝塞尔线段？(What is a Bezier Segment?)....1723
OpticStudio 中的显示和参数化的草图 (Exposing&Parameterizing Sketches within OpticStudio)....1724
约束曲线 (Constraining a Curve)....1725
[对点和弧线命名] (Naming Points & Arcs)....1731
[零件库] (Gallery Mode)....1732
[命令(使用零件设计)] (Commands（using part designer）)....1733
[插入命令组] (Insert Group)....1734

［操作选项组］(Operations Group)....1737
［形状（操作组，零件设计选项卡）］(Shapes (operations group, the part designer tab))....1737
[平移|镜像转换（操作组，零件设计选项卡）] (Translate (operations group, the part designer tab))....1740
[布尔运算（操作组）] (Boolean (operations group))....1743
[光线（操作组，零件设计选项卡）] (Ray (operations group, the part designer tab)) 1745
[数学运算语句] (Math Syntax)....1747

教程 1：7 单元格集群光学聚光镜（利用零件设计）(Cell Cluster Concentrator Optic (using part designer))....1748

教程 2：（使用零件设计）从草图创建棱镜....1760

编程选项卡（THE PROGRAMMING TAB）..... 1771

ZPL 宏组 1771

宏列表 1772
编辑/执行 1772
刷新列表 1775
新建宏 1775
宏帮助 1775

关于 ZPL 1776

简介 1776
创建 ZPL 宏 1777
ZPL 概述 1777
关键字 1778
数值变量 1779
数组变量 1780
数值运算符 1781
数值逻辑运算符 1781
字符串变量 1782
字符串运算符 1783
字符串逻辑运算符 1784
数值函数 1785
使用 FICL() 函数 1800
字符串函数 1801
关键字 1804
示例宏 1 1929
示例宏 2 1929
[从宏中调用宏](Calling a Macro from within a Macro) 1930
[使用 ZPL 宏求解](Using ZPL Macro Solves) 1931

[扩展组](Extensions Group) 1933

[扩展程序列表](Extension List) 1933

[命令行界面](Command Line Interface) 1935

[刷新列表](Refresh List (extensions group)) 1935

[扩展帮助](Extensions Help) 1936

[关于扩展编程](About Extensions) 1936

[简介](Introduction(about extensions)) 1937
[编写扩展的要求](Requirements for Writing Extensions) 1938
[建立链接](Establishing the Link) 1939
[有关 DDE 超时间隔的注解](Comments on the DDE Timeout Interval) 1939
[终止链接](Terminating the link) 1940
[从 OpticStudio 提取数据](Extracting data from OpticStudio) 1940
[数据项](THE DATA ITEMS) 1940

[追迹大量光线](Tracing large numbers of Rays)....1976
[OpticStudio 调用客户端的方式](How OpticStudio Calls the Client)....1983
[生成文本窗口](Generating a text Windows)....1984
[生成图形窗口](Generating a Graphic Window)....1985
[扩展程序示例](A sample Extension program) 1987
[用于实现扩展的简化方法](A Simplified Technique for Implementing Extensions) .1988

[字符串代码](String Codes)....1991

[ZOS-API.NET 应用程序组](ZOS-API.NET Applications Group)....2001
[自定义分析](User Analyses) 2002
[自定义扩展](User Extensions)....2003
[帮助系统](Help System) (zos-api.net applicationsgroup)....2003
[接口文档](Interface Documentation) (zos-api.net applications group)....2004

[ZOS-API.NET 应用程序编译器组](ZOS-API.NET Application Builders Group) 2005
C# 2006
MATLAB....2007
Python....2007

[关于 ZOS-API](About the ZOS API) 2008
[简介](Introduction) (about the zos-api) 2008
[连接…](Get Connected…)....2009
IZOSAPI_Application TheApplication 2025
IOpticalSystem ThePrimarySystem 2027
ISystemData TheSystemData 2028
分析 Analysis 2044
[镜头数据编辑器](The Lens Data Editor) (ILensDataEditor)....2055
[非序列元件编辑器](The Non-Sequential Components Editor) (INonSeqEditor) 2068
[评价函数编辑器](The Merit Function Editor) (IMeritFunctionEditor)....2079
[多重结构编辑器](The Multi-Configuration Editor) 2085
IEditorCell....2091
IOpticalSystemTools ThePrimarySystem.Tools 2095
[自定义操作数](User Operand) 2104
[自定义分析](User Analysis) 2105
[插件/扩展](Plug-In/Extension) 2111

帮助选项卡（THE HELP TAB） 2112

信息选项卡(Information Group) 2113
关于 OpticStudio(About)....2113
许可证协议(License Agreement) 2115
授权管理(License Manager)....2115

[文档选项卡](Documentation Group) 2119
[帮助系统（文档选项卡）](Help System (documentation group))....2119
[帮助 PDF](Help PDF) 2120

[ZOS-API 语法帮助（文档选项卡）](ZOS-API Syntax Help (documentation group)) 2120

[资源选项卡](Resources Group) **2121**

OpticStudio 入门指南 (Getting Started Using OpticStudio) 2122
[知识库] (Knowledge Base) 2123
[电子邮件技术支持] (Email Technical Support) 2123

[网站选项卡](Websites Group) **2124**

[Zemax 主页](Zemax Home) 2124
[用户论坛](User Forums) 2125
[下载](Downloads) 2125

实用工具选项卡 (Utilities Group) **2126**

检查更新(Check for Updates) 2126
系统诊断(System Diagnostic) 2128
功能查找 (Feature Finder) 2130

Zemax 实验室选项卡(Zemax Lab Group) **2131**

实验功能 (Feature Experiments) 2132
用户调研（Research Surveys） 2133

搜索栏 (帮助菜单)[Search Bar (help tab)] **2135**

规约和定义 2136

当前结构 **2136**

角放大率 **2136**

切趾 **2136**

后焦距 **2136**

基面 **2137**

主光线 **2137**

坐标轴系 **2138**

衍射极限 **2138**

边缘厚度 **2138**

有效焦距 **2139**

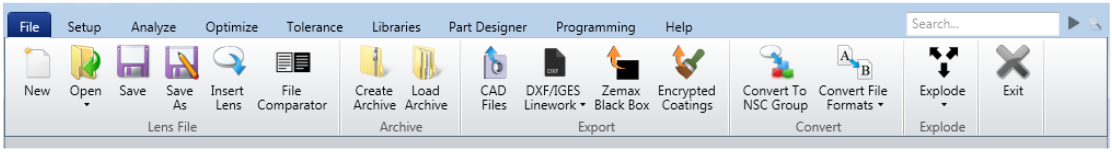
入瞳直径 **2139**

入瞳位置 2139
出瞳直径 2139
出瞳位置 2139
视场角和高度 2140
光阑尺寸浮动 2140
鬼像反射 2141
玻璃 2141
六边环 2141
像空间 F/# 2142
像空间数值孔径 (NA) 2142
透镜单位 2142
边缘光线 2142
最大视场 2143
混合模式 2143
原生物体 2143
非近轴系统 2143
非序列光线追迹 2144
归一化视场坐标 2144
归一化光瞳坐标 2146
NSC 2147
物方空间数值孔径 2147
参数数据 2148
近轴和傍轴光线 2148
近轴像高 2149

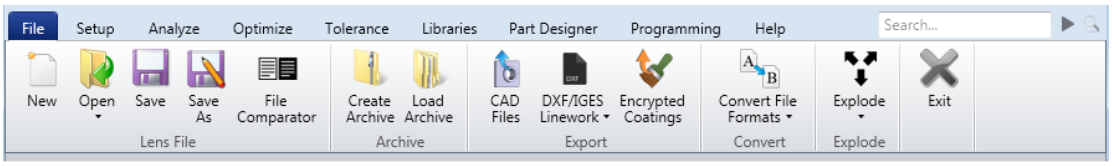
近轴放大率 2149
近轴工作 F/# 2149
主波长 2149
半径 2150
真实传播 2150
弧矢和子午 2150
半直径 2151
序列光线追迹 2151
特殊字符 2152
斯特列尔比 2152
表面孔径 2152
系统孔径 2152
厚度 2153
全内反射 (TIR) 2153
总长 2153
渐晕因子 2153
虚拟传播 2155
波长数据 2156
工作 F/# 2156
附录：完整索引 2158

文件选项卡 The File Tab

此选项卡提供了 OpticStudio 序列模式所有文件的管理功能.



此选项卡提供了 OpticStudio 非序列模式所有文件的管理功能

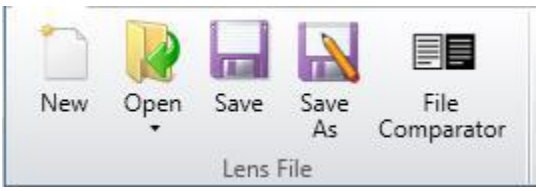


镜头文件组 (Lens File Group)

以下镜头文件组工具用于序列模式



以下镜头文件组用于非序列模式

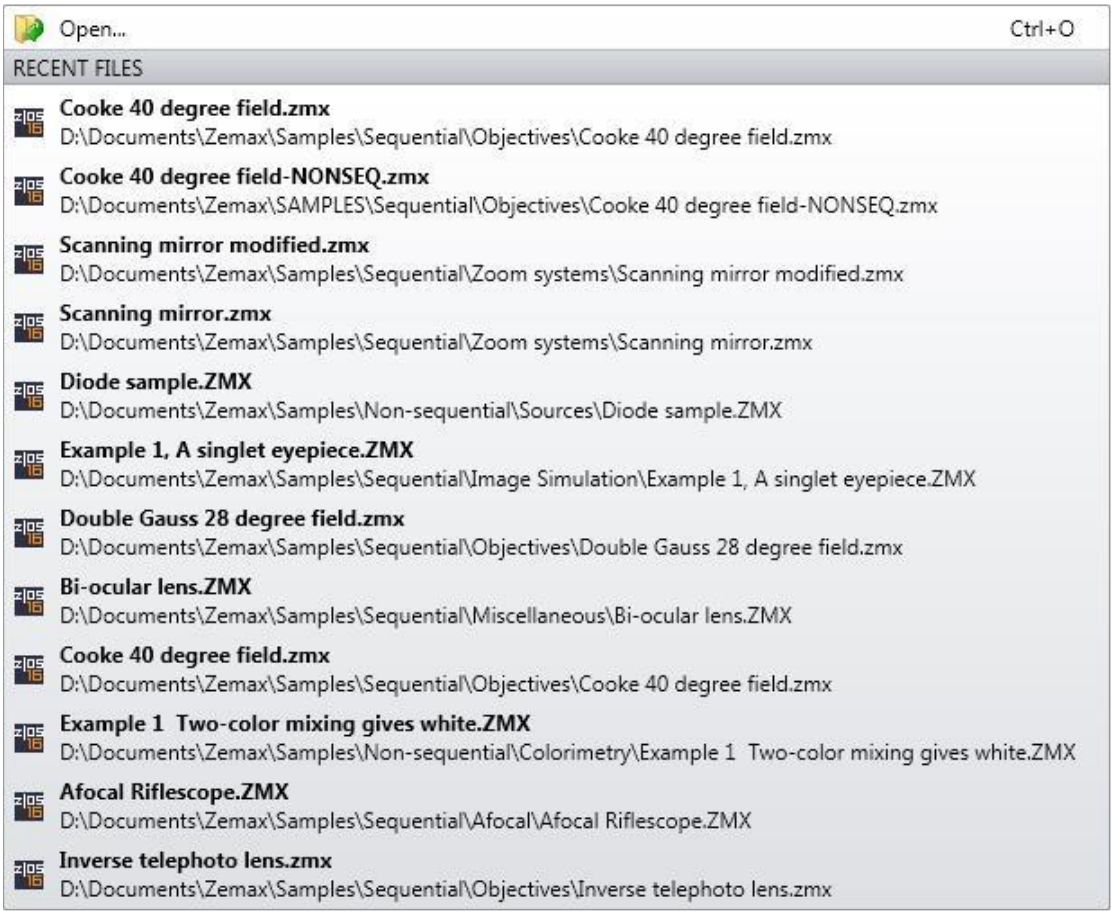


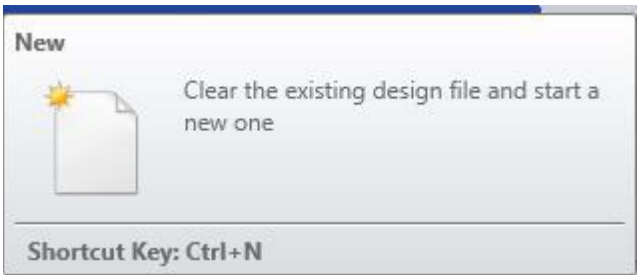
这些选项提供了标准的 Windows 文件管理功能。Open 图标提供了“打开文件“对话框以及最近打

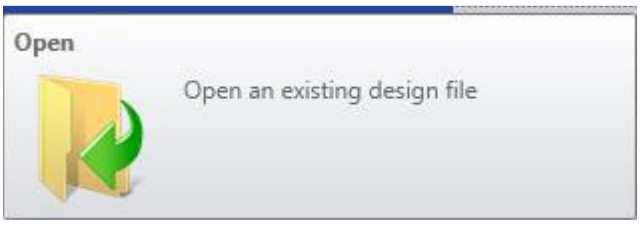
开的文件列表。
所有的 OpticStudio 数据保存在扩展名为.zmx 的文件（xxxxx.zmx）中，保存文件的同时也创建了 xxxxx.zda 文件和 xxxxx.cfg 文件，以便打开文件时的窗口界面保持与保存文件时的界面相同。
插入镜头图标（Insert Lens）可以将之前存储的镜头数据插入到当前的镜头文件中

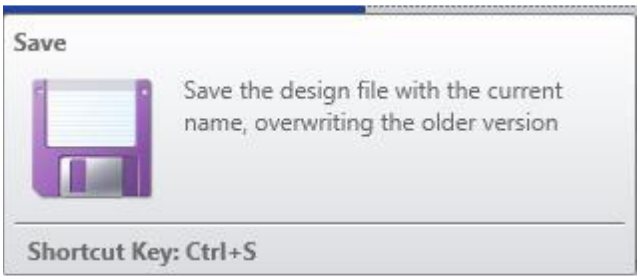
新建/打开/保存/另存为

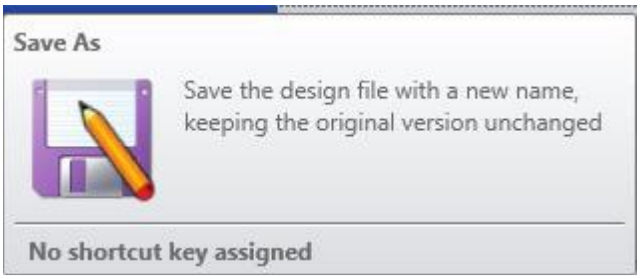






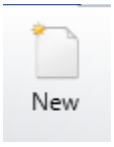


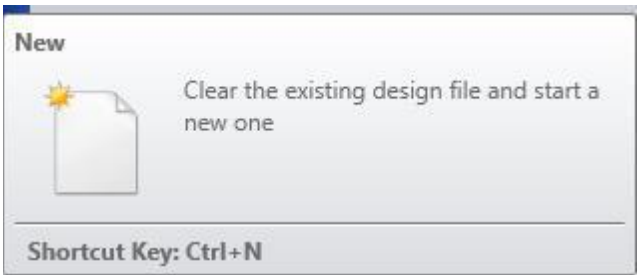


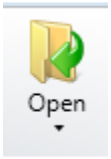


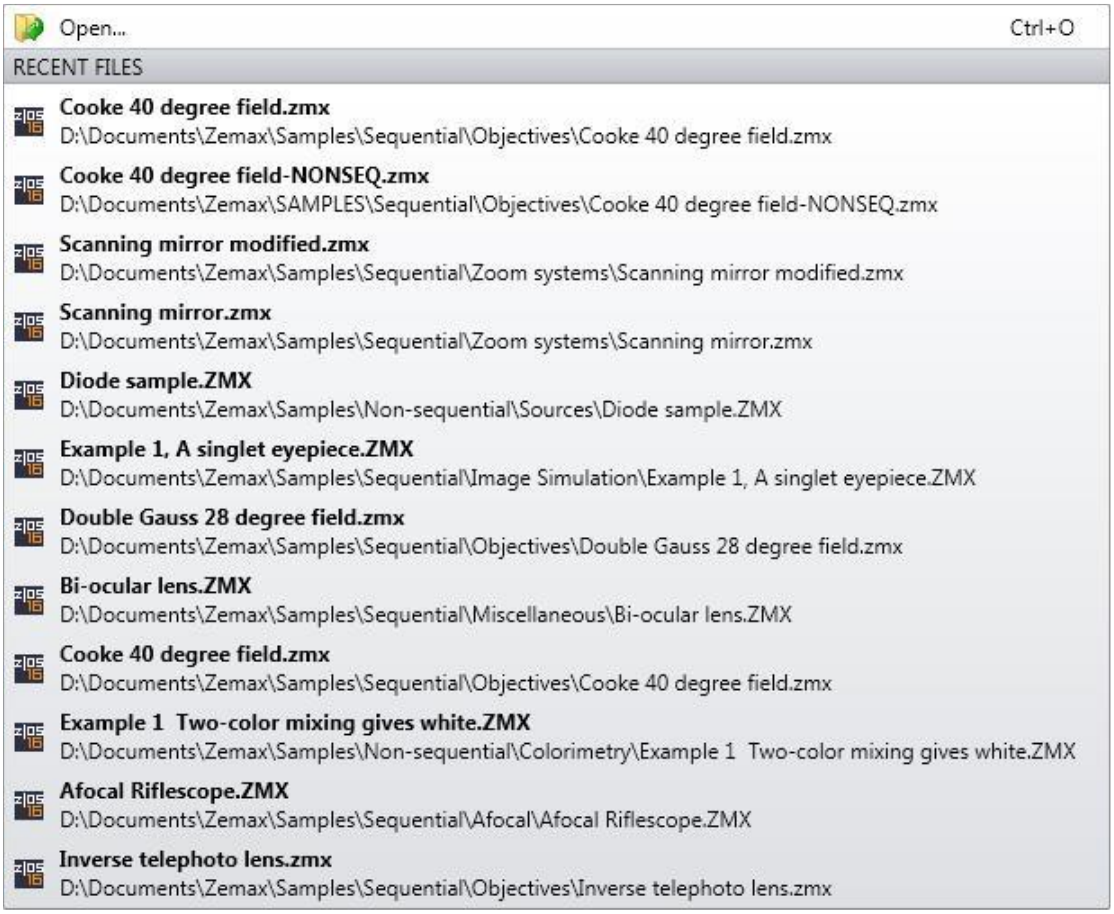
这些选项提供了标准的Windows文件管理功能。Open图标提供了“打开文件“对话框以及最近打开的文件列表。

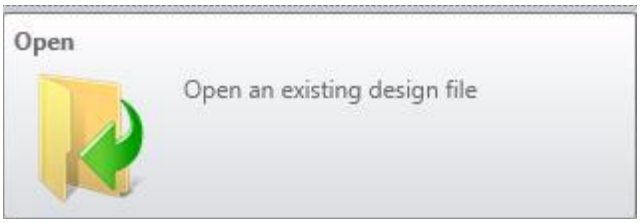
所有的OpticStudio数据保存在扩展名为.zmx的文件（xxxxx.zmx）中，保存文件的同时也创建了xxxxx.zad文件和xxxxx.cfg文件，以便打开文件时的窗口界面保持与保存文件时的界面相同。



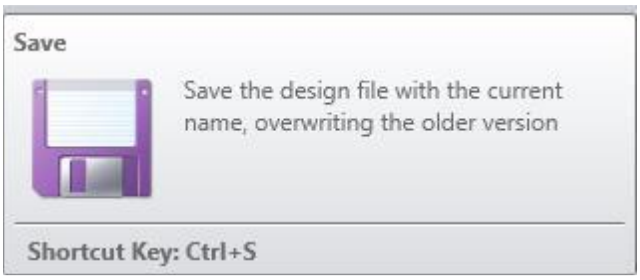

New
Clear the existing design file and start a new one
Shortcut Key: Ctrl+N


Open

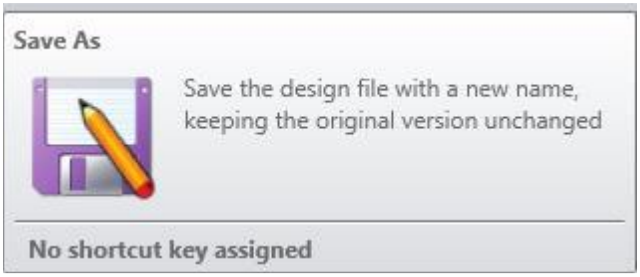

Open... Ctrl+O
RECENT FILES
Cooke 40 degree field.zmx
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Objectives\Cooke 40 degree field.zmx
Cooke 40 degree field-NONSEQ.zmx
D:\Documents\Zemax\SAMPLES\Sequential\Objectives\Cooke 40 degree field-NONSEQ.zmx
Scanning mirror modified.zmx
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Zoom systems\Scanning mirror modified.zmx
Scanning mirror.zmx
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Zoom systems\Scanning mirror.zmx
Diode sample.ZMX
D:\Documents\Zemax\Samples\Non-sequential\Sources\Diode sample.ZMX
Example 1, A singlet eyepiece.ZMX
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Image Simulation\Example 1, A singlet eyepiece.ZMX
Double Gauss 28 degree field.zmx
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Objectives\Double Gauss 28 degree field.zmx
Bi-ocular lens.ZMX
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Miscellaneous\Bi-ocular lens.ZMX
Cooke 40 degree field.zmx
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Objectives\Cooke 40 degree field.zmx
Example 1 Two-color mixing gives white.ZMX
D:\Documents\Zemax\Samples\Non-sequential\Colorimetry\Example 1 Two-color mixing gives white.ZMX
Afocal Riflescope.ZMX
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Afocal\Afocal Riflescope.ZMX
Inverse telephoto lens.zmx
D:\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Objectives\Inverse telephoto lens.zmx





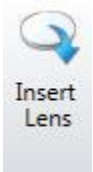


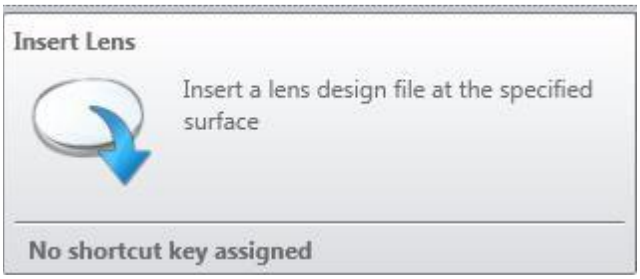




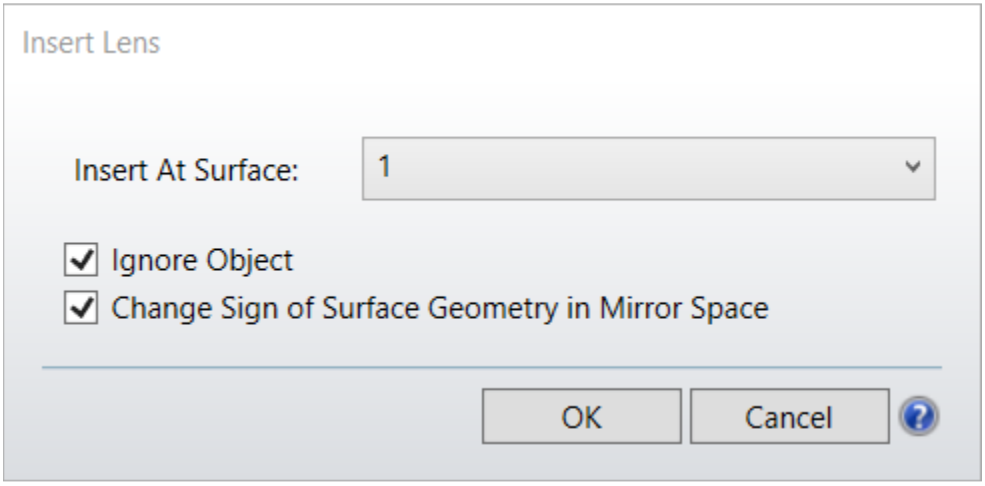
插入镜头

这一镜头文件组工具仅在序列模式下可见。





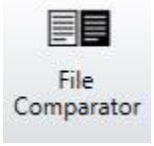
将之前保存的透镜文件插入到当前的透镜文件中。这一选项类似于“打开”指令，当时当前的透镜数据不受影响，当选定了插入的透镜文件后，OpticStudio会提示输入该透镜插入到当前文件的面序号，以便在此位置处为这些新插入透镜数据（若干面）提供空间。

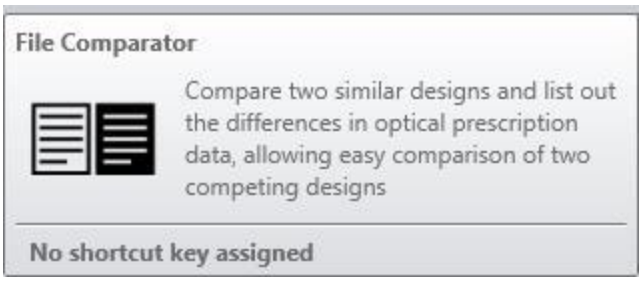


如果勾选“忽略物体”，则被插入透镜的物距将被忽略。
如果勾选“在反射面空间改变面的符号”这一选项，当被插入的镜头位于当前镜头的反射镜空间时，所有被插入透镜面的半径和厚度数据相反改变其正负号。如果被插入的透镜不在反射镜空间，即使勾选了这一选项，也不会有任何数据的符号改变。

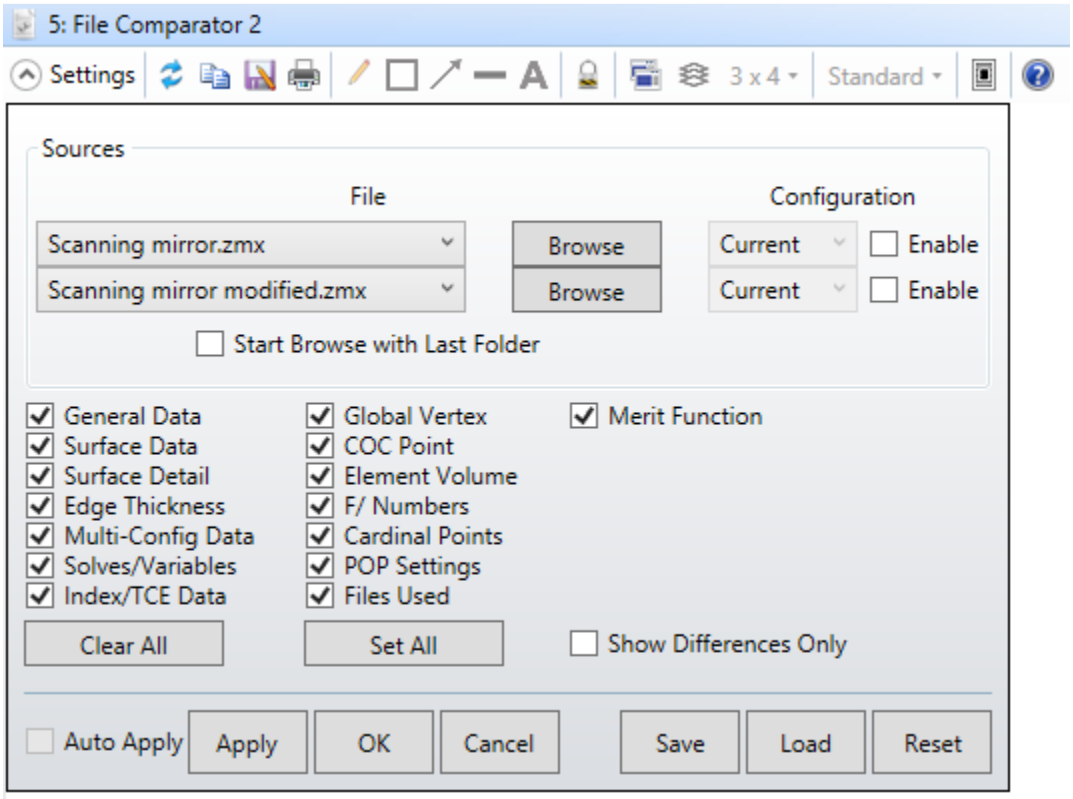
文件比较器

“文件比较器”用于比较两个相似的镜头文件，并排列出它们的数据参数。





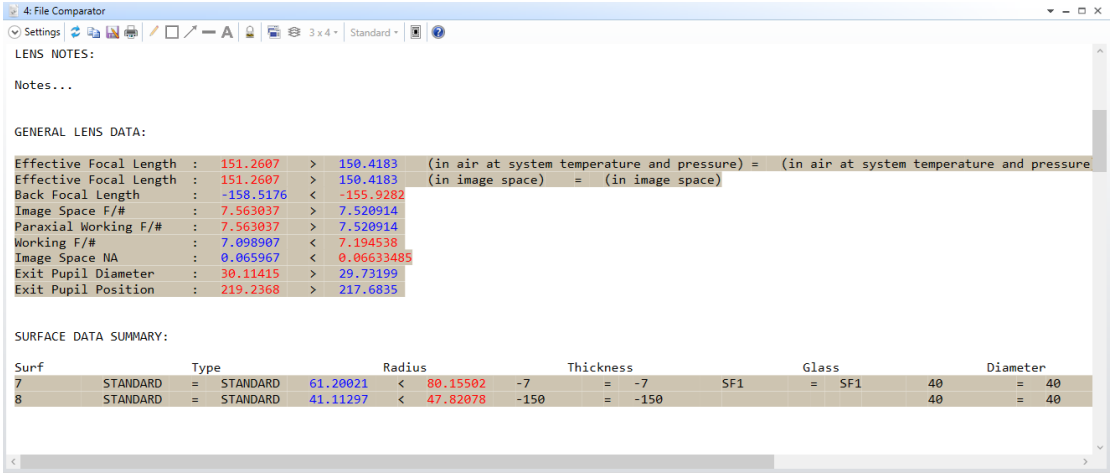
文件比较器采用逐面比较的方式来比较两个不同的文件，或者比较同一文件或不同文件的两个结构。数据类别的格式非常类似于Prescription Data报告中所列的格式。文件比较器被通常用来比较透镜在优化前后的数据变化，或比较文件的不同版本。注意，所选的透镜文件不一定包含当前打开的透镜文件。



设置

当打开“文件比较器”，必须指定要比较的文件。注意：如果指定的是同一文件，则会在设置对话框底部发出以下警告“注意：同一文件/结构被选择用于比较！”如果确定是比较同一文件中的特定结构，则可以切换“结构”下的“启用”开关，以允许比较指定的相应结构。

与Prescription Data报告中的“设置”菜单相似，在比较之前可以从列表中选择或取消选择特定数据类别。在比较光学系统后，将高亮显示报告中存在差异的每行数据，以便快速评估数据。如果是比较数据的数值，将使用颜色编码有助于视觉效果。

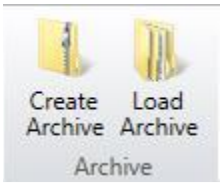


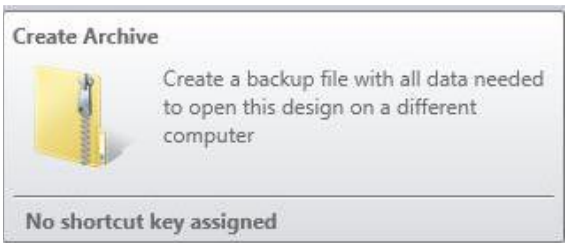
默认情况下，已选中“只显示差异”复选框。在此模式下运行比较时，光学系统中具有相似信息的所有数据行将不报告显示，而只报告显示具有差异信息的数据行。

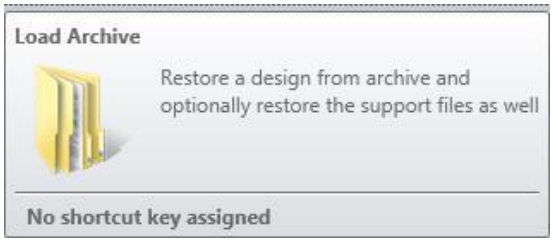
同其他分析一样，文件比较器允许您保存新的默认配置，只需在选中所需选项后选择“保存”即可。

与其它分析一样，文件比较器允许您保存新的默认配置， 启用“保存”即可将选中的所需选项进行保存。

存档文件组（Archive Group）







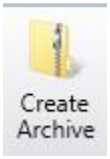
在OpticStudio 中， “镜头”的主要文件采用了扩展名.ZMX，同时也使用许多其它扩展名文件来定

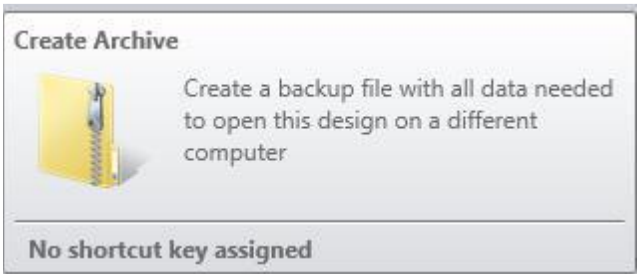
义光学设计的重要数据。这些文件包括玻璃库和梯度折射率数据库、膜层数据文件、用户自定义孔径文件、CAD格式文件、体散射和表面散射数据文件、外部定义的 DLL文件、ZPL宏文件等等。这些数据文件的数量可能很多，并且这些文件可能存储在不同的文件夹中。因此将同一镜头的所有文件进行备份和存档极不方便，且易于出错。如果需要通过电子邮件将某一镜头设计发送给同事，也会出现同样的问题。必须将这些文件全部收集在一起进行备份，然后才能存储或发送。要恢复全部设计和所有参考文件，也需要将所有文件恢复到对应的正确文件夹中，OpticStudio运行时才能找到这些文件。

此功能解决了这一数据备份和恢复问题。在备份过程中，系统会收集设计所使用的所有数据和文件，包括在创建备份存档文件时打开的所有分析窗口所使用的所有数据和文件，并将数据存储到单个存档文件(ZAR)中。OpticStudio Archive (ZAR)文件即是光学设计所有相关数据和文件完整备份的单文件解决方案。

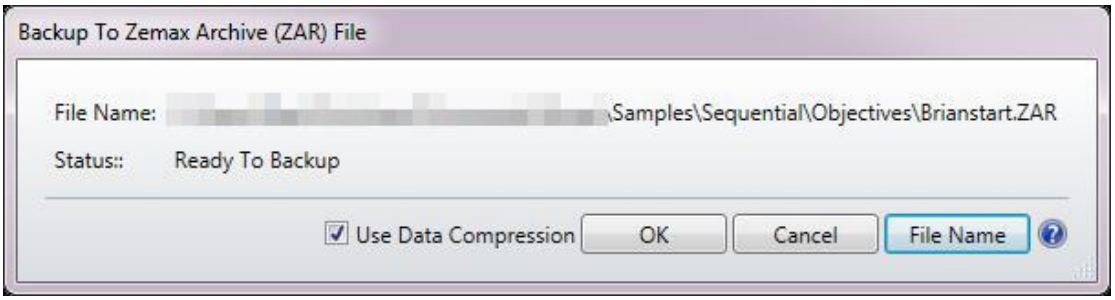
存档就是将设计使用的所有文件的完整复制保存到 .ZAR 文件中，不含原文件夹的信息，仅保存文件的类型、名称和数据。例如，ZAR 文件将包含设计使用的所有 AGF 玻璃库。当从 ZAR 文件恢复设计时，将创建 AGF 文件，并将此文件放到当前的玻璃库文件夹中。该功能允许将 ZAR 文件恢复到另一用户的计算机上，另一用户的电脑与创建 ZAR 所使用的电脑相比，可以有不同的硬盘和不同的文件夹名称。

创建存档文件（Create Archive）





当选择了创建存档文件选项后，软件首先提示输入要创建的文件名，此文件名可以是已有的文件名或是一个新的文件名。ZAR文件名默认的是当前透镜的文件名，也可以给它另取一个任一有效的文件名，文件名不一定要与透镜的文件名相匹配，但是，若要给ZAR重新命名，必须要清楚恢复文件时将恢复透镜的原始文件名。当选择文件名时，会出现“确认”或“取消”的对话框。



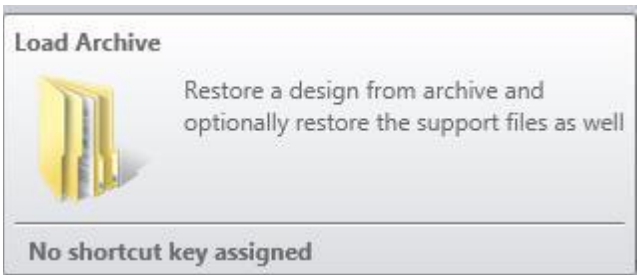
选择“确认”将启用存档操作，选择“取消”将放弃存档。

注意，创建ZAR存档文件的耗时时间取决于需要备份文件的数量和大小以及是否要对它们进行数据压缩。OpticStudio的大多数文件大小适中，但某些文件(例如ZRD、光源文件DAT、以及CAD文件)可能较大。如果其中某一文件超过50.0MB，OpticStudio会提示用户是否继续将该文件备份至存档文件中，如果用户选择“No”，该文件将不会备份至存档文件中，恢复存档文件时，也不能从存档文件中将其恢复。这种情况下，必须要该文件做单独备份，因为该文件不在存档文件中。
注意，与CAD Assembly object相关的单个零件文件一般不存储在存档文件中，要对这些零件分别做单独备份，并在给其他同事发送该设计的ZAR存档文件时一并发送。
“创建存档文件”功能也支持压缩数据的选项。存档文件通过压缩数据可以生成较小的文件。OpticStudio的旧版本不支持读取这些压缩文件，所以可以根据需要使用数据压缩，以便与旧版本的OpticStudio兼容。OpticStudio 所使用的数据压缩算法旨在与将来的 OpticStudio 版本兼容，并以很小的开销提供相当好的压缩效果。但是，该算法通常不能提供最高级别的压缩效果。压缩功能不适用于 ZRD 文件，也不适用于大小超过 50.0 MB 的任何母文件，因为这些大文件的压缩时间过长。

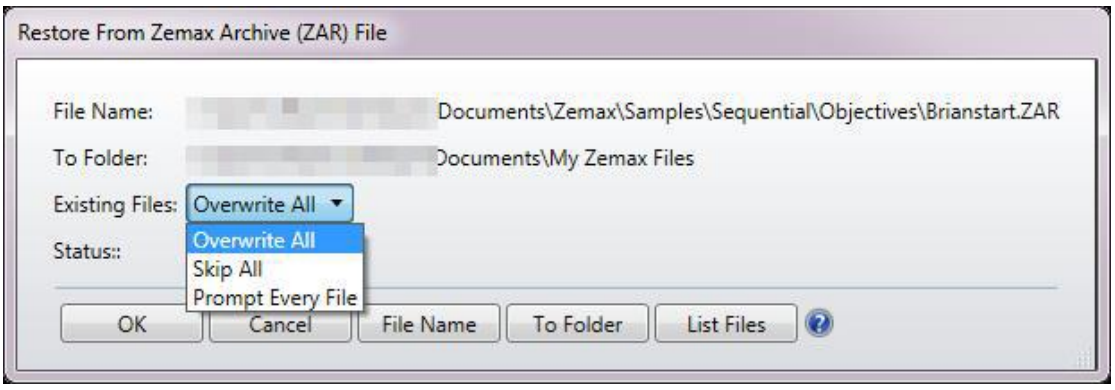
存档过程结束时会出现一个状态框，报告保存文件的数量。点击“关闭”即结束存档功能。一旦生成了ZAR文件，就可以像其它数据文件一样，可以更名、备份、传送等一系列文件操作。

加载存档文件（Load Archive）





该功能用于打开一个预先创建的ZAR存档文件并（可选）恢复在存档文件中的所有文件。



当选择了这一功能，OpticStudio 首先提示输入要恢复的 ZAR 文件名，随即出现上述对话框。

目标文件夹：此按钮供用户选择存档文件被恢复在哪个主文件夹里。初始默认文件夹是“Lens Folder”。但是，在恢复第一个存档文件后，最新使用过的文件夹将变为默认文件夹，不过用户可以选择拥有读写权限的任何有效的文件夹。此文件夹是存储 OpticStudio 主文件 (*.ZMX)、结构配置文件 (*.CFG)、Session 文件 (*.SES) 和任何光线数据库 (*.ZRD) 文件的文件夹。根据“Project Preferences”所定义的，大多数其它文件（例如玻璃库 (*.AGF) 和动态链接库 (*.DLL)）都存储在当前运行的 OpticStudio 所使用的文件夹中。

现有文件：此功能将告知 OpticStudio 在存档文件包含与现有文件发生同名时如何处理。这些处理选项有“全部覆盖”（在不警告和不保存原有文件的情况下，ZAR 中的文件将覆盖同名的现有文件）、“全部忽略”（将保留同名的现有文件，并忽略 ZAR 中的同名文件）和“提示所有文件”（OpticStudio 将对每一个重名文件询问是否覆盖或忽略处理）。

确认：开始从 ZAR 文件中恢复

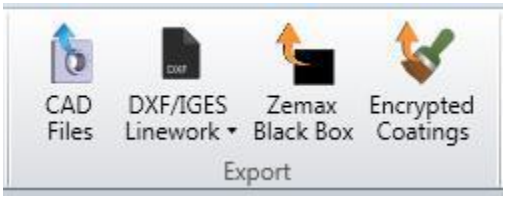
取消：取消对 ZAR 文件的恢复并退出。

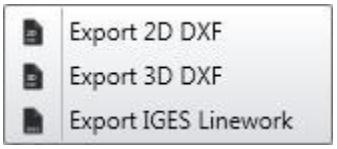
文件列表：创建一个窗口，其中列出 ZAR 存档文件中的所有文件以及文件大小和日期。如果文件已压缩，则列出压缩的文件大小而不是初始文件大小。

当完成恢复后，按“关闭”可关闭对话框。OpticStudio 随后将立即加载刚恢复的 ZMX 文件。

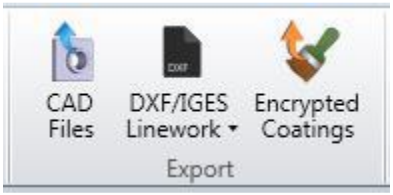
输出文件组（Export Group）

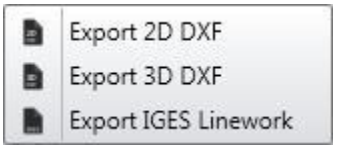
以下是序列模式下的输出文件组





以下是非序列模式下的输出文件组

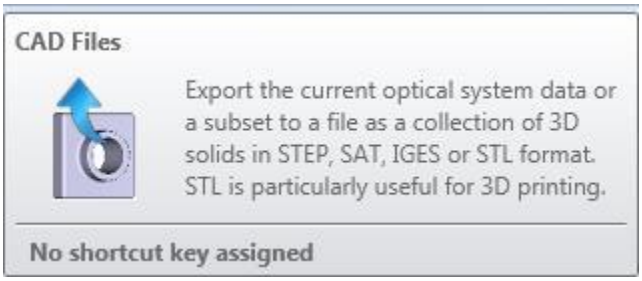




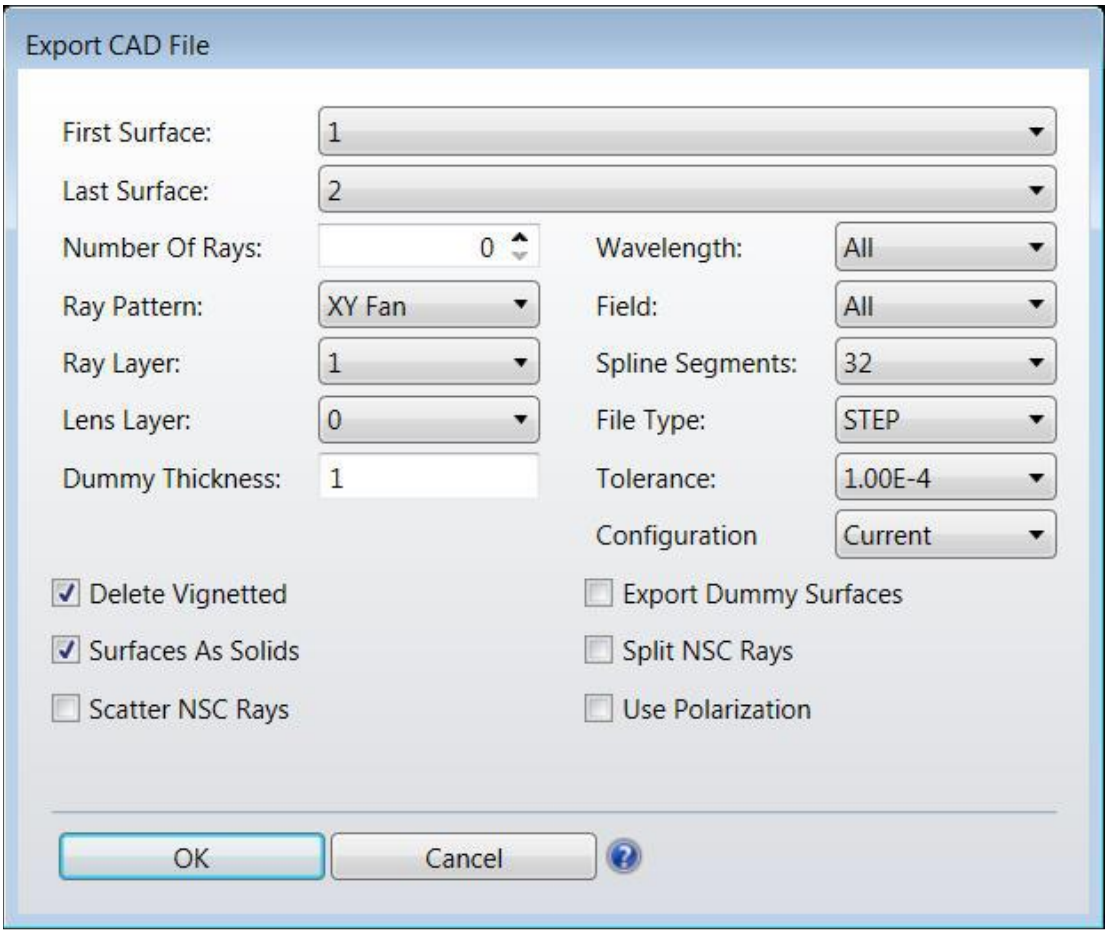
这组图标用于导出 STEP、IGES、SAT 和 STL 实体 CAD 格式的数据，以及导出旧版 CAD 软件的 DXF/IGES 文件格式的数据。它还可以将 OpticStudio 序列文件导出为“黑盒”文件，该文件可以让客户得到精确的光线追迹文件，但不允许客户看到设计结构数据的细节。“加密膜层”也提供了相似的功能

CAD 文件 （CAD Files）





将当前镜头数据导出为 IGES、SAT、STEP 或 STL 等格式的 3D 文件。
若将 OpticStudio 设计结果发送给 3D 打印制造商时，STL (STereo Lithography Language) 文件特别有用。



起始面/终止面或物体：导出数据中的起始面和终止面（即导出的面的范围），在非序列模式下，则指起始物体和终止物体。

波长：导出系统所追迹光线的波长序号。

视场：导出系统所使用的视场序号。

光线数：导出的光线数量；确切含义取决于“光线样式”。导出为 STL 格式时，不会导出任何光线，因为 STL 不支持光线。

NSC 模式的光线分裂、NSC 模式的光线散射、使用偏振：这些设置仅影响来自 NSC 光源的光线。有关更多信息，请参阅第 131 页“NSC 三维布局图”中所述的相似设置的讨论。

光线样式：对导出的光线选择光束的类型。此设置与为三维布局图定义的设置很相似。“立体光束”选项使得导出的光束为光锥体，它表示的是光束的包络面，只有在序列模式下才提供“立体光束”选项，并要求所有的边缘光线都可追迹且无渐晕，即边缘光线落在任一表面上都不能形成散焦。

非序列面不能导出立体光束。光线数必须至少是 8 才能导出立体光束，使用的光线数量越多，立体效果越平滑。

透镜/光线层数：选择导出文件中存放透镜或光线的层数
结构：用该选项来设定一个或多重结构在导出文件时一并导出。“当前”选项将导出当前的结构。若选 1、2 或 3 等选项将导出所指定编号的结构。

“全部按文件导出”：该选项将导出所有的结构，且每个结构有独立的文件名，每一结构的文件名都以保存的文件名（点击“确认”后选择保存文件名）后缀″_config000x″来标明所属为“x”结构编号。

“全部按层导出”：该选项将所有的多重结构按各自独立的层导出在同一文件中。第一重结构将位于透镜层和光线层所设定的层，其余结构将根据透镜层和光线层逐一递增来定位层。例如，如果透镜层是 1，光线层是 10，共有 3 重结构。那么结构 1 将具有第 1 层的透镜数据和第 10 层的光线数据，结构 2 将具有第 2 层的透镜数据和第 11 层的光线数据，结构 3 将具有第 3 层的透镜数据和第 12 层的光线数据。

“立即全部”：该选项将一次导出全部的多重结构并在同一层中。OpticStudio 不排除有重叠和冗余数据的导出。

文件类型：将导出的文件类型选择 STEP、IGES、SAT 或 STL 任一格式。

删除渐晕：如果选择该项，则导出的数据中不包含被渐晕的光线。

面作为实体：该控制项只适用于序列模式下的面，而不适用非序列模式下的物体。如果选中该项，则玻璃材料两侧的面将构成一个封闭的实体。并非所有的 OpticStudio 面型都可以构成实体，只有两侧的面具有相同形状的口径才能导出为实体。例如，两侧的面必须同时为圆口径或必须同时为方口径，如果口径形状不一致，这些面只能以面的形式导出。

注意，如果选择此项，第一面和最后一面不能为同一序号，如果为同一序号，则 OpticStudio 默认的是整个系统而不是单个透镜。若要导出单个透镜，第一面应当选为透镜的前表面，最后一面应当选为透镜的后表面。
输出虚拟面：如果选择该项，将导出所有的虚拟面。虚拟面是对光线既不反射也不折射的表面。
虚拟面厚度：若要将虚拟面自动导出为实体时，以透镜设定的长度单位来设置该厚度。此设置只有在同时选中了“输出虚拟面”和“面作为实体”选项后才有效。
容差：此项为导出物体的精确度（以透镜设定的计量单位计），容差越小，精确度越高，但导出的文件越大，计算时间也越长。
样条段数：导出样条实体时要使用的段数。

一般注意事项：初始图形交换规范 (IGES) 是一种美国国家标准，旨在规范两个 CAD 程序之间的数据交换。OpticStudio 目前支持 IGES 5.3 版本。

有关 IGES 的更多信息，请联系 U.S.Product Data Association, P. O. Box 3310, Gaithersburg, MD 20885-3310。SAT 格式可供 Spatial Technologies 开发的 ACIS 几何建模引擎使用。STEP 格式是根据 ANS US PRO/IPO-200-203-1994 所定义的 AP203，也是由美国产品数据协会提供的。

OpticStudio 可导出五种类型的数据：

直线：直线用于表示光线通过光学系统的路径。在梯度折射率介质中，光线将导出为一系列直线实体。STL 格式不支持直线，因此不能导出光线。

表面：表面可以是任意形状的，包括用户定义的面，这些面可以带有 OpticStudio 支持的所有口径形状，包括用户自定义口径。可以用样条导出某些面型（特别是非球面和圆环面），其数据的精确度取决于所使用的样条点数；点数越多，精确度越高，但导出的数据文件越大，导出速度越慢。有关导出物体精确度限制的更多信息，请参阅下面的讨论。

透镜实体：透镜实体是前后两个表面封闭包含的非零体积的实体，其边缘区域由两表面的边缘拉伸构成。玻璃前后具有相似形状孔径（例如，两个表面都有矩形孔径）的大多数表面都可导出为透镜实体。

多面实体：多面实体由一系列小三角体组合构成（例如棱柱或菲涅尔透镜）。其中非序列模式中的 STL 和 POB 物体可导出为多面实体。

参数实体：某些非序列物体，例如 Torus 体可以导出精确的 NURBS 实体。

OpticStudio 可以导出所有序列模式面和非序列模式的物体。OpticStudio 导出的所有面和光线以全局坐标的参考面为参照系，以三维坐标来表示。

如果导出的面为实体，OpticStudio 将导出序列的虚拟面作为这些薄实体，其前表面和后表面均为该面的形状，且厚度为定义的虚拟面厚度（以设定的透镜计量单位）。反射镜面按照反射镜基底的设置来导出。

大多数非序列物体可以精确地导出，或是使用一个或多个样条来建立表面，类似于序列模式的面的导出。然而，某些物体（例如用户自定义物体）是使用许许多多的小平面来近似成光滑的面来导出的，增加这些物体的绘图精度，也会增加这些导出实体的精度。

STL 即为多个小平面格式，并且所有 STL 表面或物体都可导出为多个小平面构建的近似实体。

此功能将提示输入保存的文件名及导出数据的保存路径。默认的路径为 Object 文件夹，这是在 Project Preferences (系统组)的文件夹章节中确定的。

导出数据的限制

OpticStudio 支持许多复杂的表面和物体类型，在 OpticStudio 中，可对这些形状精确建模，从而生成的极高的数值精度来满足光线追迹和分析的需求。然而，许多 OpticStudio 支持的复杂光学形状在一些常用的 CAD 软件中并不支持，在常用的 CAD 软件中，只能用不很精确的 IGES、STEP、SAT 格式来替代。

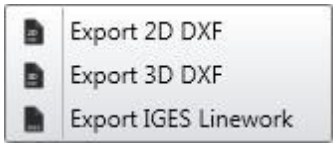
对于带有口径的系统，请注意，Spider Obscuration 的导出是不支持的，用户自定义口径的导出必须经过验证，因为它并不是显而易见的。

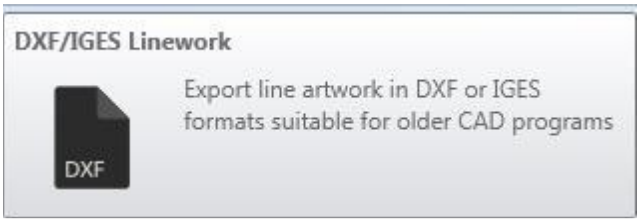
出于这一原因，OpticStudio 要导出 CAD 文件，必须使用最为近似的 CAD 格式来模拟精确的面型。这些近似通常较好，但对于一些非常高精度的非球面面型，这些近似不足以精确用于光线追

迹。这个不是OpticStudio的局限，而是CAD数据交换的局限，即OpticStudio被要求导出为CAD格式数据的局限。极少情况下，有必要直接在 CAD 软件中构建复杂结构而不是从 OpticStudio 中导出数据。
从 OpticStudio 对面和物体的表达方式转换到 CAD 格式的表达方式，总会在一定程度上损失精度。

DXF/IGES 图元文件 （DXF/IGES Linework）

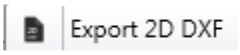


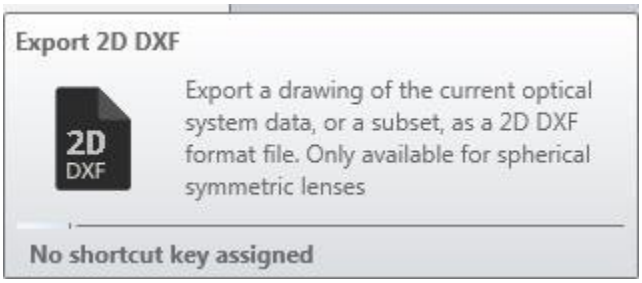




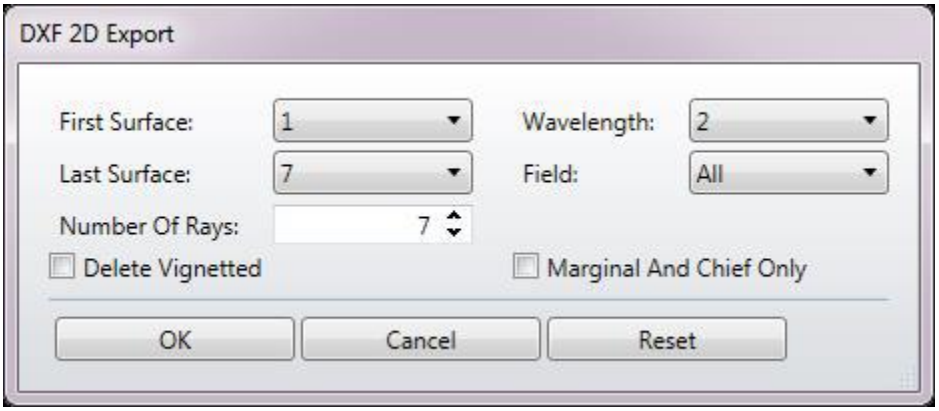
这组功能用于不能处理 3D 实体的导出的早期版本的 CAD 程序。图元文件不能用于生产制造的目的，且只对有限的序列表面支持进行图元文件的输出。
除非对这些老的格式有迫切的需要，否则一般推荐使用导出 CAD 功能。

导出 2D DXF（Export 2D DXF）



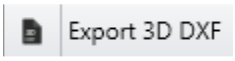


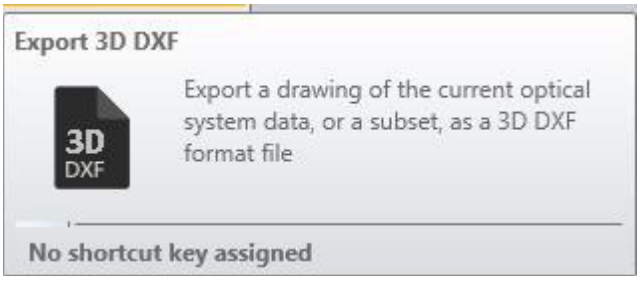
以 2D DXF 格式文件导出当前的镜头数据。仅对球面对称系统的镜头适用。



起始/终止面：包含在输出数据中的面的区间范围。
波长：所输出的用于光线追迹的波长序号。
视场：所输出的用于光线追迹的视场序号。
光线数量：包含在导出文件中所使用的光线数量。
删除渐晕：如果选定，在光线追迹过程中被任一表面渐晕的光线将不包含在输出数据中。
边缘光线和主光线：仅绘制边缘和主光线，此设置优先于其它光线设置。
此功能将会提示输入保存的文件名及导出数据的保存路径。默认的文件为 EXPORT.DXF，置于 <objects>\CAD 文件夹里。不管选用什么样的扩展名，文件均为 DXF 格式。

导出 3D DXF（Export 3D DXF）

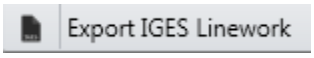


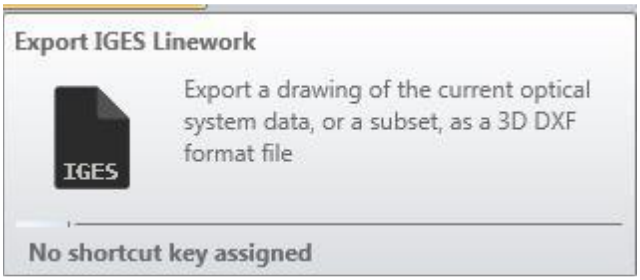


以 3D DFX 格式输出当前的镜头数据。这一功能与前一节描述的 2D DXF 输出功能相似。主要区别是 3D DXF 支持非旋转对称系统。
起始/终止面：包含在输出数据中的面的区间范围。
波长：所输出的用于光线追迹的波长序号。
视场：所输出的用于光线追迹的视场序号。

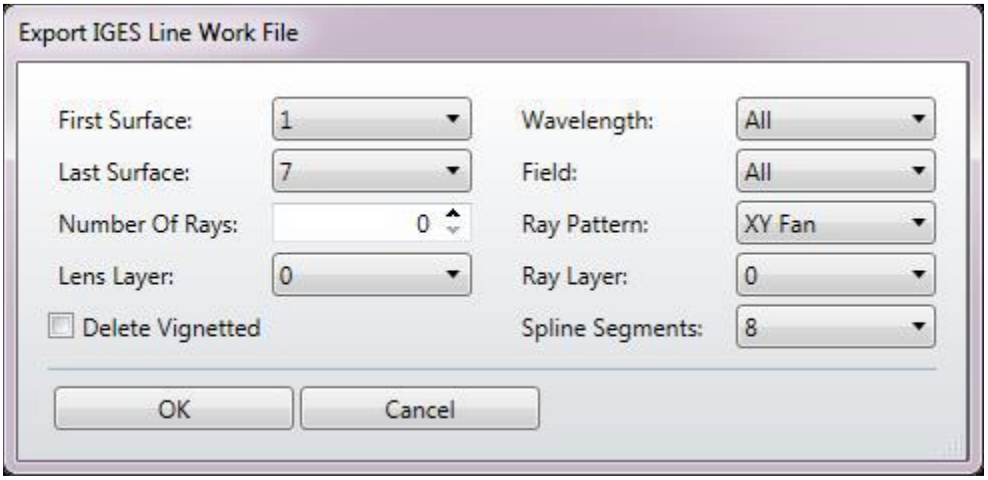
径向段数：用于近似表示透镜形状的径向段的数量，数量越大，处理时间越长。
角段数：用于近似表示透镜形状的角度段的数量，数量越大，处理时间越长。
光线数：用于追迹的光线数量。
光线样式：可以选择 XY 扇面、X 扇面、Y 扇面、环形、列表、随机或栅格等形状来确定的追迹光线的样式，“列表”选项表明追迹的光线样式由用户定义且列表在对应的文件中，见 126 页介绍的“光线列表文件格式”说明。如果选项为“列表”，则光线数量的设置被忽略。
删除渐晕：如果选定，在光线追迹过程中被任一表面渐晕的光线将不包含在输出数据中。

导出 IGES 图元（Export IGES Linework）





以 IGES图形转换格式导出当前的镜头文件。

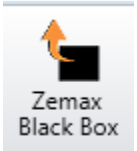


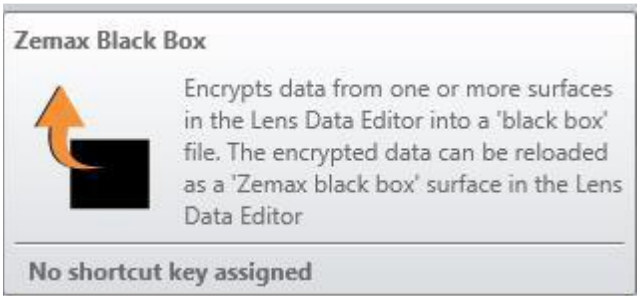
起始/终止面：包含在输出数据中的面的区间范围。
波长：所输出的用于光线追迹的波长序号。
视场：所输出的用于光线追迹的视场序号。
径向段数：用于近似表示透镜形状的径向段的数量，数量越大，处理时间越长。
角段数：用于近似表示透镜形状的角度段的数量，数量越大，处理时间越长。

光线数：用于追迹的光线数量。准确的含义取决于“光线样式”
光线样式：为导出文件选择光线样式的类型。该控制项与 3D 布局图所定义的极其类似。
透镜/光线层：选择输出文件中用于放置放置透镜和光线的层数。
删除渐晕：如果选定，在光线追迹过程中被任一表面渐晕的光线将不包含在输出数据中。
样条段数：当样条实体导出时所使用的样条段数量。
OpticStudio 通过导出直线、球面的弧线、以及样条等来表示每一面的形状和位置。OpticStudio 并不导出透镜的“边缘“，对虚拟面、玻璃面以及反射镜面并无区分。

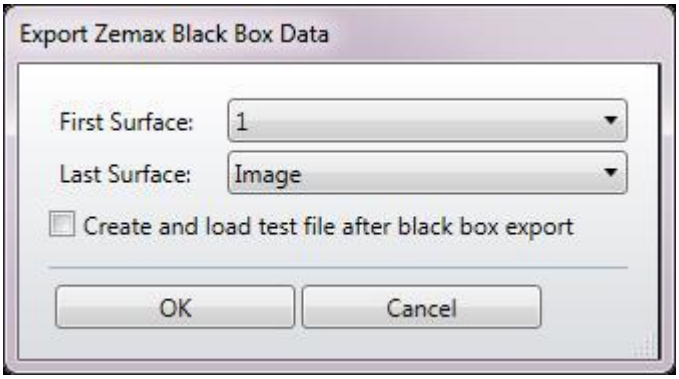
Zemax 黑盒文件（Zemax Black Box）

这个导出工具只适用于序列模式。





这一功能将镜头编辑器中的一个或多个面的数据导出到“黑盒“文件中，该文件之后可重新导入到 OpticStudio 中用作黑盒面而不泄露其中的设计细节。



起始面：导出面中的第一面
终止面：导出面中的最后一面

创建或上载：如果选择该选项，当前文件将被修改使用最新创建的黑盒文件。使用该选项时，强烈建议要确认黑盒能再现所需要的分析数据。
在某些情况下，光学设计人员可能不愿公开其光学设计的详细信息，尤其是当设计工作耗费大量时间和成本，设计人员若为此获得补偿尚需最终客户对设计结果验证其是否达到技术要求之前。这时双方将陷入进退两难的困境，因为需要设计人员提交完整的 ZMX 文件给客户才能验证设计结果，但这样就会完全泄露设计本身的详细信息。此功能旨在此类情况下满足设计人员和最终客户双方的需求。
Zemax 黑盒子是一个包含了若干个表面详细资料的加密文件文件中包含了 OpticStudio 涉及面的相关数据，如半径、厚度、孔径、坐标、色散和附加数据等。这些是由拥有知识产权的设计人员原创的，通常作为完整“再现”的 OpticStudio 文件的一部分最终将提交给客户。加密的数据以“黑盒子”显示在镜头编辑器中，光线进出黑盒子就如同原始表面在透镜编辑器中一样精确，而详细的数据隐藏在黑盒子中，用户不能查看和修改隐藏在其中的任何数据。
创建黑盒文件时，首先在透镜编辑器中高亮显示所需要隐藏的面区间，然后在“文件”选项卡的“导出组”中选择“导出黑盒”图标。也可以在“导出黑盒子数据”对话框中选择表面范围。其后的仅有一个选项是 “在黑盒子导出后创建和加载测试文件” 确认项。

强烈建议使用最后的选项，以此来确认黑盒创建的正确与否以及能产生相同的光线追迹和分析结果。“创建”选项将创建一个与原始文件同名并后缀_BB的测试文件。如果同名的测试文件已经存在，它将被新创建的测试文件所覆盖。黑盒文件自身的文件是带有扩展名为.ZBB的文件，路径为<data>\BlackBoxes文件夹中。这一新创建的文件在透镜编辑器中被黑盒面引为参考文件，用于替代原始的表面。黑盒文件的文件名包括.ZBB扩展名不能超过32字符。
一旦黑盒文件和测试再现文件被创建，建议使用存档功能来构建单一的存档文件便于发送给最终客户。详见创建存档文件。

有关黑盒面的更多信息请参阅“黑盒透镜”。

黑盒数据结构可使任何 OpticStudio 功能但不能读取或查询黑盒中各表面的数据。光线可以进入黑盒，可以使用其中定义的数据追迹光线，但任何功能都无法访问曲率、厚度、玻璃类型、非球面参量或其它数据。黑盒文件在创建时会使用全部色散数据，因此可以“重现”对任一波长的镜头效果。如果重现的波长超出色散数据的限制，则会出现错误信息。如果任何光线在黑盒中被渐晕或出现全反射（TIR），则被视为“Ray miss”错误。注意：某些功能（例如，计算透镜重量的功能）无法访问黑盒数据，因此会对黑盒透镜表面返回无意义的结果。
布局图中，黑盒被绘制成一个圆柱体，其径向口径由创建黑盒时所选表面的第一面口径或所选定的表面中的最大口径的表面（两者取较大者）的净口或半直径取值所决定。黑盒的长度与所选表面范围的总厚度相等。

导出到黑盒的数据类型有以下限制。

- 不能忽略指定范围的起始面或终止面。

- 如果起始面之前是偶数数量的镜面，终止面也必须如此。如果起始面之前是奇数数量的镜面，终止面也必须如此。起始面或终止面都不为镜面。可以将表面范围置于镜面空间，但是，只有当黑盒文件如同原始文件一样正确无误地置于偶数或奇数数量的镜面之后，才能看见重现效果。
- 坐标断点面以及面的倾斜和偏心都是允许的，但是终止面的方位必须与起始面的方位一致，即起始面和终止面的局部坐标 X、Y 和 Z 必须平行，以及 X 和 Y 的偏心必须为 0（由 OpticStudio 制定的精密容差来测试这两项限制）
- 不是所有类型的面都受到支持。非序列面、双折射面、近轴面、还有那些使用外部数据如用户自定义的 DLL 面以及格点矢高面和一些其它特殊面型均不受支持。如果需要用到不受支持的面型，请联系技术支持部门获取帮助。
- 光阑面可以是起始面或终止面，但不能在其中间。若要导出光阑两侧的镜头数据，请使用两个或多个黑盒。在一个重现系统中可以使用任意多个黑盒面。
- 如果黑盒内的表面使用了某种膜层，则这些膜层必须是非渐变的标准膜层或加密膜层（参见 283 页“导出加密膜层”），不支持理想膜层和表格膜层。导出黑盒文件时，自动将所有非加密的膜层转换为加密膜层，膜层的文件名为现有文件名加前缀 ZEC_。例如，名为 BB_AR_5 的膜层文件导出的加密膜层文件名为 ZEC_BB_AR_5。如果该文件已存在则将被直接覆盖而无警示。加密膜层数据没有保存在 ZBB 文件中，在发送给最终用户时必须单独处理此数据。目前最简单可靠的方式是将黑盒透镜系统及其膜层数据压缩在存档(ZAR)文件中一并发送。
- 对有光焦度的所有表面必须设置孔径，以便使用时，黑盒文件能正确裁剪镜头孔径外的光线。可以使用软件中的“工具”将半直径转化为孔径，具体请查看透镜数据编辑器工具栏上的“将半直径转化为浮动孔径”，或者也可以使用编辑器中“表面属性”的“孔径”选项来手动设置孔径。
- 不支持用户自定义孔径的数据文件 (.UDA)。
- 注意：在重现系统中，被黑盒表面渐晕的所有光线都被视为 Ray Miss 错误，此错误会导致某些功能不能与某些光学系统一起正常工作，例如具有中心遮光的望远镜。
- 对某些需要访问特定表面数据的功能（如物理光学传播）的情况，黑盒文件结果可能与原始设计结果不同。
- 只能导出多重结构中当前结构的数据。对于多重结构系统，需要单独导出每个结构。而在加载到重现系统时，在多重结构编辑器中，通过用 MCOM 操作数控制改变每个结构所使用的 ZBB 文件的文件名来控制系统中的黑盒面取不同的结构。
- 由求解所控制的所有数据被固定为其当前的求解值。黑盒表面不支持求解。如果选择“创建并加载”选项，黑盒面以外的表面的求解如果有引用到黑盒面内部的求解，也会自动关闭。
- 不允许使用模型玻璃和表格玻璃 - 所有色散数据必须以当前的玻璃库来定义。色散数据会自动从玻璃库中提取，并放入到黑盒文件中。梯度折射率面的折射率数据例外，如下所述。

- 梯度折射率面的折射率数据通常使用在黑盒中加密的参数数据进行定义。渐变 5 表面在转化为黑盒表面后，将以加密形式存储梯度多项式参数，但色散数据仍会以非加密的方式存储在 SCRIN.DAT 文件中，正常用于 OpticStudio。对于渐变 6 表面，其色散数据以非加密的形式存放于 GLC.DAT 文件中而正常用于 OpticStudio。
- 黑盒中的表面目前不支持表面散射。

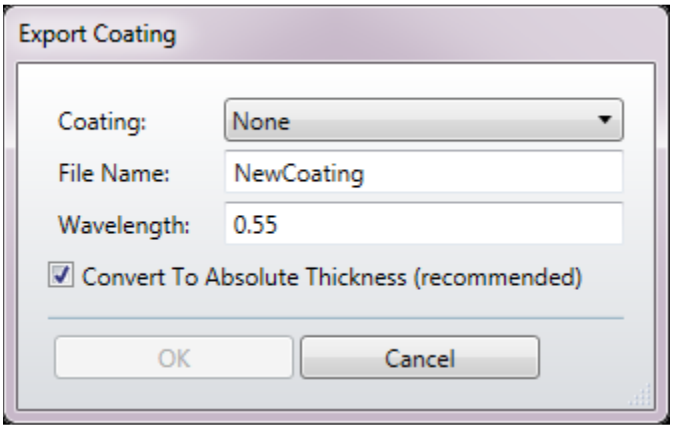
加密基于 256 位算法，可提供良好的安全性，但并不是不可破解。此功能按原样提供，用户应该在使用加密格式分发敏感数据之前，确定实施的加密是否能够为预期提供充分的安全保障。Zemax LLC 不为使用此功能提供任何保证，也不承担任何责任。

加密膜层（Encrypted Coating）





此功能可将单个膜层导出为 OpticStudio 加密膜层 (ZEC) 文件



膜层：要导出的膜层的名称。
文件名：要创建的文件的名称。文件名不能包含任何路径或扩展名。文件将在当前膜层文件的文件夹中创建，并且会自动附加“ZEC”扩展名。
波长： 波长在系统温度和压强下的空气中测量，以微米为单位，用于定义膜层的厚度。仅在将膜层从光学厚度转换为绝对厚度时才使用此波长。
转换为绝对厚度：将膜层中的主波长定义的光学厚度（例如，四分之一波长厚度）转换为绝对厚度。为获得加密的最大安全保障，应选择此选项。如果膜层定义中保留了相对光学厚度，则加密膜层的最终用户可以通过更改设计波长来获取该膜层的某些属性。使用上面设置中的波长值可将主波长厚度转换为绝对厚度。

一般注意事项

光学膜层设计人员和制造商通常不愿公布其膜层设计的详细信息。此功能允许以 OpticStudio 格式定义的膜层导出为单个加密文件。加密文件后，可以在不泄露膜层设计详细信息的情况下，向需要追迹光线以及对应用于特定光学系统的膜层进行分析的用户分发此文件。
导出的膜层数据包含了可以准确再现膜层特性所需的所有材料、折射率、消光系数、色散和层数据。不使用近似值或列表，也不支持渐厚膜层、理想膜层或表格膜层。最多可以使用 12 种不同的材料和 400 层来定义要导出的膜层。
要使用加密膜层文件，请参阅“膜层文件”说明中的“加密数据部分”。

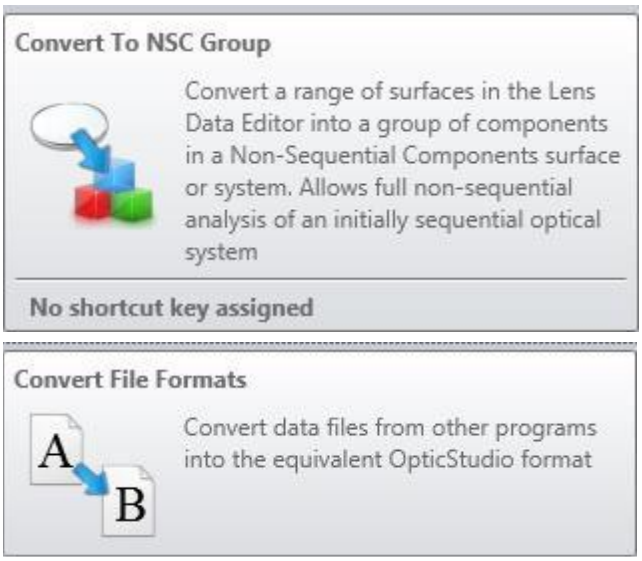
加密基于 256 位算法，可提供良好的安全性，但并不是不可破解。此功能按原样提供，用户应该在使用加密格式分发敏感数据之前，确定实施的加密是否能够为预期提供充分的安全保障。Zemax LLC 不为使用此功能提供任何保证，也不承担任何责任。

转换组（Convert Group）

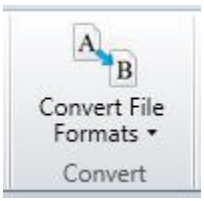
此组可用于访问“转换为 NSC”工具和各种文件转换工具
序列模式的转换组工具



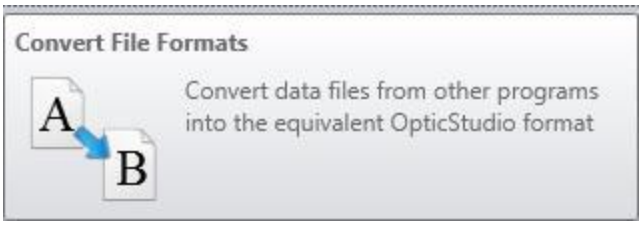

INT Zernike To OpticStudio DAT
INT Grid To OpticStudio DAT
INT Grid To OpticStudio GRD
Bitmap Image To OpticStudio DAT
Optiwave F3d To OpticStudio ZBF
MAT
Convert To MAT
Convert CODE V to OpticStudio


Convert To NSC Group
Convert a range of surfaces in the Lens Data Editor into a group of components in a Non-Sequential Components surface or system. Allows full non-sequential analysis of an initially sequential optical system
No shortcut key assigned
Convert File Formats
Convert data files from other programs into the equivalent OpticStudio format
A
B

非序列模式的转换组


A
B
Convert File Formats
Convert

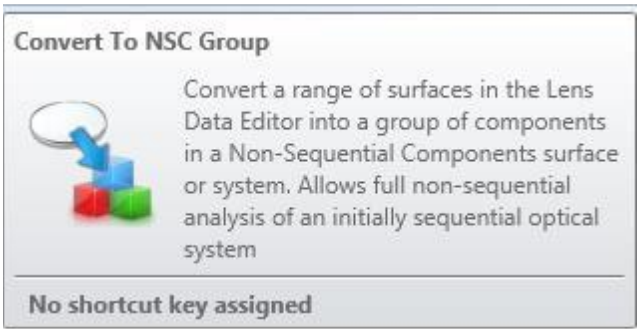

INT Zernike To OpticStudio DAT
INT Grid To OpticStudio DAT
INT Grid To OpticStudio GRD
Bitmap Image To OpticStudio DAT
Optiwave F3d To OpticStudio ZBF
MAT
Convert To MAT
Convert CODE V to OpticStudio



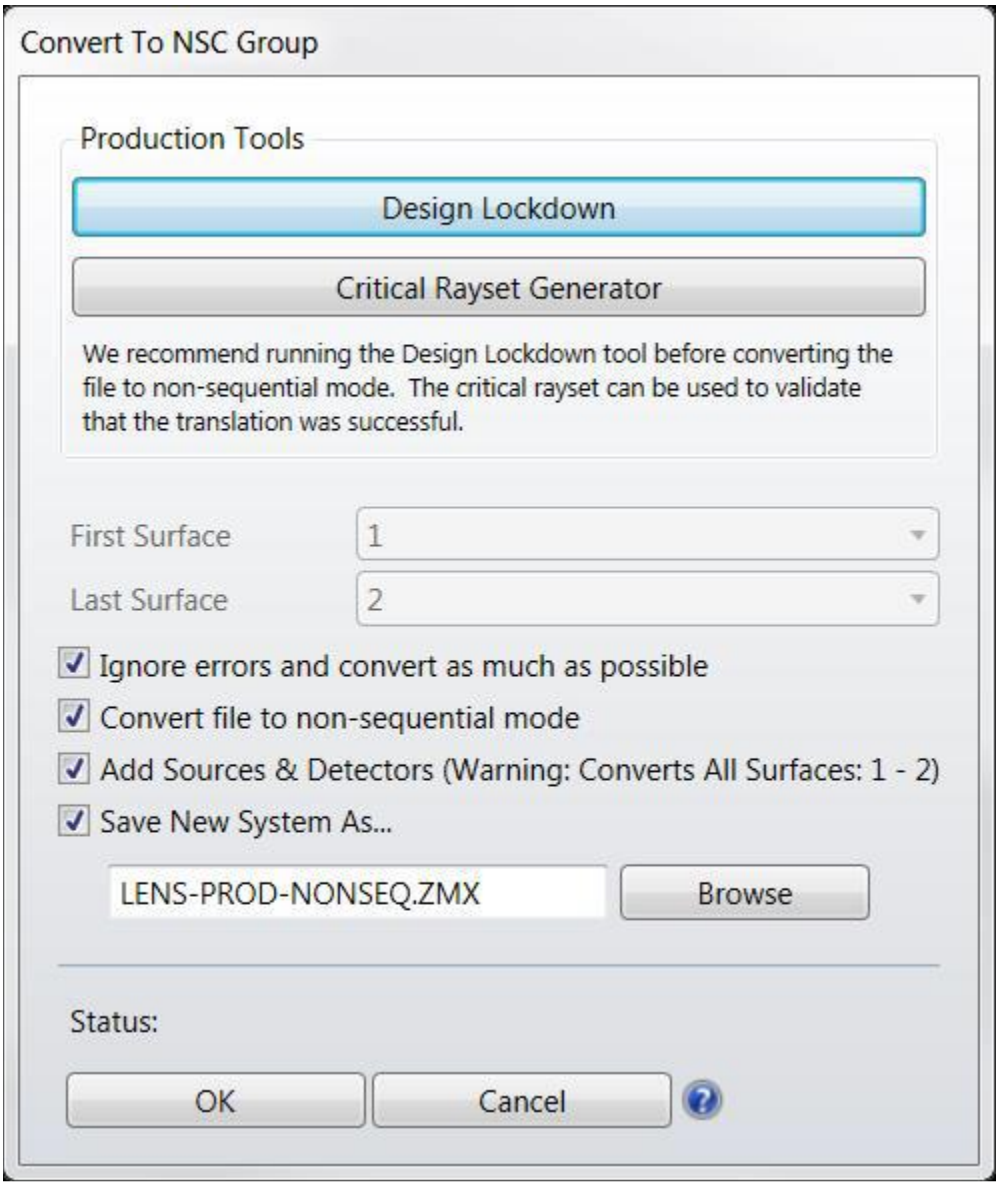
转换至非序列组（Convert to NSC Group）



将透镜数据编辑器中的一组表面转换为一组 3D 物体，它们或许是混合非序列模式下的一个“非序列组件”面，也或许是一个新的纯非序列系统。



建议在需要转换的表面范围之前和之后插入虚拟面，并将它们作为转换的起始面和终止面。



设计锁定：参阅“帮助文件”的设计锁定章节。

特定光线发生器：参阅“帮助文件”的临界光线发生器章节。

起始面：此表面为转换至非序列组件的镜头组的第一个表面。

终止面：此表面为转换至非序列组件的镜头组的最后一个表面。

忽略错误并尽可能多转换：如果选中此复选框，即使在转换过程中检测到错误或限制，也不会停止转换。选择此项很有用，即使有小部分系统因为出错不能转换，但通常大部分系统都能正常转换。

将文件转换到 NSC 模式：如果选中此复选框，则会将所选范围的表面转换为“纯”非序列文件。

添加光源和探测器：如果选择该项，光源和探测器将自动添加到非序列文件中来代替序列文件中的光线源和像面。在序列模式中视场编辑器中定义的视场点将转换成非序列的光源物体，每一个光源有一个对应的探测器，该探测器以像面对应的视场为中心。注意，该选项将自动转换序列模式的镜头编辑器中的所有面。

新系统另存为…：当系统被转换成非序列以后，它将被保存在一个新文件名下，否则当前的文件将被被新转换文件数据所覆盖。默认的数据路径为<the current file name>-NONSEQ.zmx，与当前打开文件的路径相同。

一般注意事项

此功能可将透镜数据编辑器中的一组序列表面转换为一组非序列组件。不要默认此功能对序列表面数据转换得很完美；请在执行所有重要分析之前仔细检查转换结果。

OpticStudio 将序列表面转换为 NSC 物体时有一些限制：

- 这些表面必须都是以下类型：标准、偶次非球面、Toroidal、双锥 (Biconic) 或坐标间断。此限制不严格，因为 NSC 物体类型越多，添加到 OpticStudio 的转换逻辑就越多。
- 所有坐标间断面必须在“空气”中的两个元件之间，不能嵌入到透镜中。这是使用的常规条件。
- 所选范围中的起始面和终止面之前的表面必须是折射率为 1 的“空气”。
- 光阑面必须在起始面之前。如果已选中“把文件转换到 NSC 模式”复选框，**则该限制条件可以移除**。
- OpticStudio 只能转换标准镜面上的矩形、圆形和椭圆形孔径。可能无法正确转换其它大多数非圆形孔径和面型的组合。使用 OpticStudio 自动创建的用户自定义孔径 (UDA) 文件，可对标准面上的非圆形孔径建模。有关 UDA 的更多信息，请参阅第 82 页上的“用户自定义孔径和遮光”。
- 在非序列模式下，表面孔径不能超出表面净半直径或半径。如果序列表面孔径超出其定义的净半径或半直径，则表面转换不会成功，并显示错误消息。
- 弯曲的像面不能自动地转换成弯曲的探测器。参阅以下章节关于该功能对探测器如何插入的完整描述。

有时候，转换后光线追迹不能精确地产生与之前完全相同的结果。这种情况的可能解释包括以下内容：

- 如果某些表面有中心遮光或环形孔径，则某些光线在非序列组内可能不能追迹到相同的结果。有遮光孔径的望远镜尤其可能发生这种情况。在非序列模式下，主光线可能无法通过此组，或者可能会走完全不同的路径。
- 恰好射在序列表面边缘的光线可能会在非序列组中追迹时错过表面，亦或它会射在透镜框的外柱面壁上。因此，在转换为 NSC 组时，OpticStudio 会在每个表面的直径中增加很小的增量。
- 对于所选范围的终止面是凹面的系统，表面边缘可能会落在入口和/或出口（混合序列模式）之外，这样会导致光线追迹错误。解决方案是，在转换之前手动编辑入口/出口位置，或者在所选范围之前和之后插入虚拟面。
- 发自非序列光源的光线布局不能与序列模式的光线布局有相同的系统显示方式。例如，追迹 3 条非序列光线布局，并不一定是主光线和两条边缘光线。为了对非序列布局（或实体模型）与序列模式布局两者进行比较，可以对序列模式中设置“随机”光线样式。

- 对于系统转换成非序列模式并带有光源和探测器的情形，如果像面是弯曲的，那么非序列模式所显示的点列图与序列模式会稍有不同。这是因为，序列模式可以在弯曲的面上计算点列图，而转换后插入的非序列探测器是平的。请在接下来的章节中查阅关于探测器更多的信息。

此功能遵循以下算法:

- 首先，插入一个非序列组件表面和一个虚拟出口表面。设置出口位置，使其与定义范围中的终止面重合。
- 将表面范围转换为 NSC 表面物体（对镜面而言）或 NSC 透镜物体（对中间为玻璃的表面对而言）。
- 将坐标间断面替换为可等效旋转的空物体，后续物体将参照这些空物体的坐标。
- 然后删除初始原始表面。
- 如果选中“把文件转换到 NSC 模式”复选框，那么，文件将为非序列模式，所有其它在选择范围之外的面都被删除。
- 如果选中“添加光源和探测器”选项框，那么序列模式下的每个视场点转换成非序列模式下的一个椭圆光源，这些光源的参数根据序列模式的视场位置和入瞳直径自动计算得到。
- 此外，对序列模式的每一视场计算 IMAGE 面的中心点位置，以用于分析点列图。矩形探测器插放在这些中心点位置处并附有相对应的视场序号的说明。矩形探测器尺寸的默认值与点列图分析中选择“显示艾里斑”所默认的显示宽度尺寸相同。
- 对于含有平面像面的有焦系统，每一视场点的矩形探测器位于同一 XY 平面上（假设 Z 轴为光轴）。对大多数系统，这些矩形探测器很小且 x 和 y 是相互分开的，以使得矩形探测器相互不重叠。如果探测器确实重叠了，那么将遵循嵌套原则（查阅“物体的放置”）即某些探测器将不能探测到所有的光线。在这种情况下，用户需要手动调整探测器的位置（尽可能地沿着光轴），这样可以使得探测器之间分开一个大于系统资源管理器的“胶距离”）
- 尽管弯曲的 IMAG 面不能转换为弯曲的探测器，但可以计算矩形探测器的位置使之位于表面的矢高位置且法线指向每一视场点的球心。
- 当系统资源管理器中“无焦像空间”的选项被勾选时，我们假定透镜编辑器的 IMAG 面的光线几乎平行，这明显表明 RMS 点列图的尺寸（以 um 为单位）是很大的，因此对应每一视场的矩形探测器的尺寸也很大，这样很可能重叠。因此，对于无焦系统，这些矩形探测器将沿光轴少许错开一点，错开的距离应大于系统资源管理器所规定的“胶合距离”。这一错开对几乎平行的光线而言不会引起结果的很大变化。
- 彩色探测器也会被添加，其位置稍后于矩形探测器。其偏离的距离应大于系统资源管理器所规定的“胶距离”。其尺寸的确定取决于序列模式中全视场点列图分析时的默认显示宽度。
- 对于有限共轭距离的有焦系统（即物面不在无限远的情况），非随机的 Source DLL “Lambertian Overfill” 和 Slide Object 也被插入到视场点的椭圆光源之前。Source DLL 和 Slide Object 可以用来检测系统的成像质量。

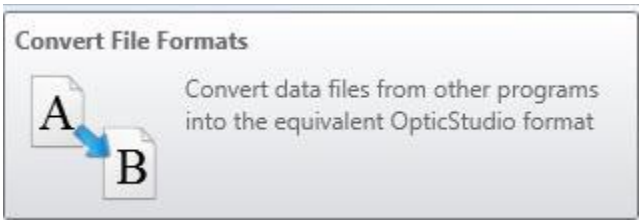
- Source DLL 和 Slide Object 的大小取决于透镜编辑器中的物面净半径。
- Source DLL “Lambertian Overfill” 将以朗伯分布的形式充满序列模式第一面的口径。从 Source DLL 到第一口径的距离在“目标距离”参数中定义。第一口径由参数“目标直径”来定义，且该目标直径必须是圆的。Source DLL 的尺寸由“光源宽度”和“光源高度”等参数来给定，但是，不同于目标口径，光源的面积可以是椭圆的和矩形的。对于非序列转换而言，Source DLL 是方的，因此可以匹配 Slide Object 的尺寸。
- Source DLL 是在一个矩形光源面积上发出具有均匀空间分布的光线。以一个恰当的圆锥包围着一个虚拟的目标口径，在这个圆锥体中光线以均匀的角分布任意方向发射。因为圆锥略大于目标口径的椭圆截面，导致少量光线可能在圆目标口径之外，因此，通常目标口径最终被适量过度填充。关于这个 DLL 更多的信息请查阅 Help 文件的 Source DLL 章节。
- 如果在透镜编辑器中的 IMAGE 面定义了材料，那么会在非序列模式中附加一个物体，该物体的起始位置位于序列模式的 IMAGE 面。该面的后表面未定义（因为 IMAGE 面在透镜编辑器中总是最后一面），所以后表面的半径和净口径都跟随前表面，厚度为 1 单位。
- 在 IMAGE 后面所附加的代表其材料的物体，使得彩色探测器的放置变得捉摸不定。因此，如果 IMAGE 定义为某种材料，那么序列模式转换为非序列模式不能有 Source DLL、Slide Object 和彩色探测器。
- 注意，除非选择了“新系统保存为…”选项，否则转换的非序列文件将覆盖当前的序列文件，这一操作不能撤销。

这一功能并不是在所有情况下都能正确应用。在某些转换中，所选面范围之前和之后需要添加一些带有小的间隔的附加虚拟面。在那些多重结构系统中，这一功能仅转换当前结构，并从多重结构编辑器中去除所有的操作数。

转换文件格式（Convert File Formats）

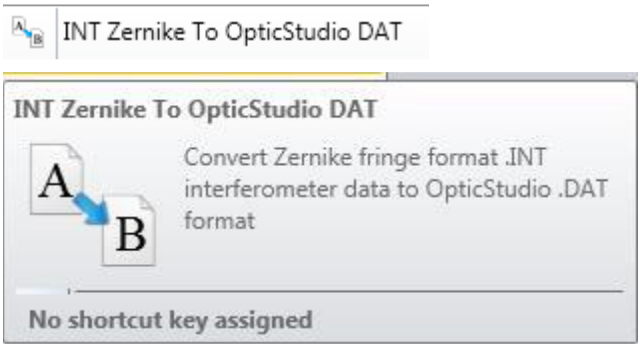






此功能用于将其它程序中的数据文件转换为等效的 OpticStudio 格式。也可以将 OpticStudio 数据变成其它程序的格式。

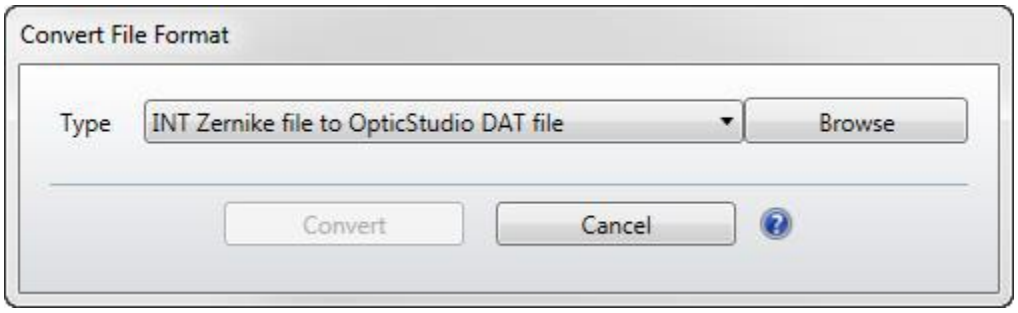
将 INT Zernike 转换成 OpticStudio 数据（INT Zernike to OpticStudio DAT）



INT 文件格式被干涉仪制造商广泛用作数据导出格式。

转换后，可在“镜头数据编辑器”>“表面属性”>“Zernike 矢高或 Zernike 相位序列面的导入设置”中导入这些文件。转换后的 DAT 文件中的 Zernike 系数单位与 INT 文件的相同。此外，Zernike 相位

或矢高面还应位于光瞳平面位置，并且表面的净口径或半直径应与测试的表面或波前差的尺寸相当。这样可确保将相位正确添加到光学系统中。



文件：要转换的文件名。下拉框中仅列出最近读取的文件夹中带有正确扩展名的文件。
浏览：从某个其它文件夹中选择一个文件。
转换：开始转换。在此过程中任何转换错误都将产生报错信息。

.INT Zernike 文件的文件格式如下:

```
! comment (optional)
! comment (optional)
Title line.A title line is required.
<zerntype> <numterms> <datatype>
<value of Zernike 1 term>
<value of Zernike 2 term>
```

文件开头可以有任意数量的注释行。所有注释行必须以“!”符号开头。文件中的第一行（不带有“!”符号开头的第一行）是标题行。所有 .INT 文件必须有一个标题行（最多可以包含 80 个字符）。文件中的下一行由各种参数组成，它们定义了文件的格式。

<zerntype> 定义 Zernike 格式（“ZRN”表示 Zernike Standard，“ZFR”表示 Zernike Fringe）。
目前，仅支持 Zernike Fringe (ZFR) 格式。

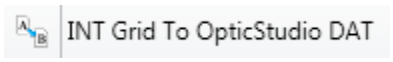
<numterms> 指定文件中的 Zernike 项数。

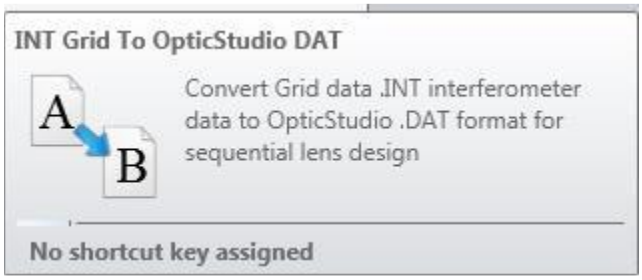
<datatype> 指定文件中存储的数据类型（“SUR”表示表面形变数据，“WFR”表示波前形变数据，“FIL”表示强度切趾过滤数据）。在将数据导入 Zernike 面时，OpticStudio 不能区分三种不同类型的数据。

文件中的其余行包含所对应多项式（Zernike Standard 或 Zernike Fringe）的 Zernike 系数。

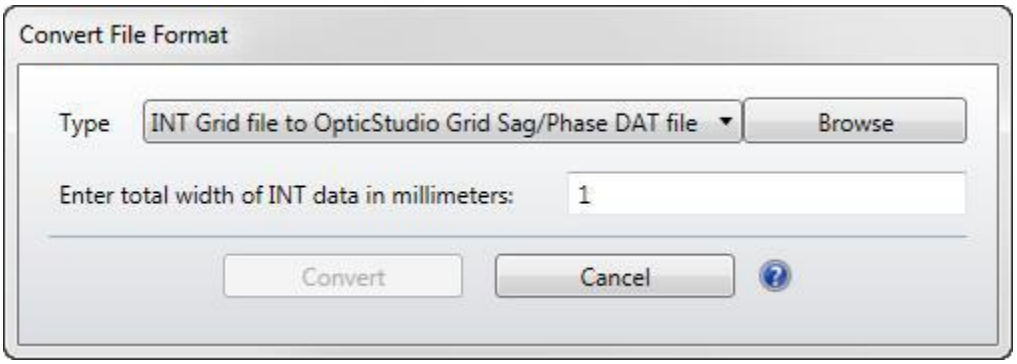
有关 Zernike 数据 *.DAT 格式的更多信息，请参阅“设置”选项卡 >“编辑器”组 >“透镜数据编辑器”>“表面属性”下的名为“导入”的帮助文件部分。

转换干涉仪网格数据为 DAT 格式（INT Grid to OpticStudio DAT）





干涉仪制造商已将 INT 文件格式广泛用作数据导出格式。转换后，通过透镜数据编辑器表面属性的“导入工具”可将这些文件读入到“网格矢高”或“网格相位序”等序列面。



文件：要转换的文件名。下拉框中仅列出最近读取的文件夹中带有正确扩展名的文件。
浏览：从某个其它文件夹中选择一个文件。
转换：开始转换。在此过程中任何转换错误都将产生报错信息。

.INT 网格文件的文件格式如下：

```
! comment (optional)
! comment (optional)
Title line.A title line is required.
GRD <xsize> <ysize> <datatype> WVL <wavelength> SSZ <scalesize> NDA
<nodatavalue>
XSC <xscale>
<data value 1> <data value 2> <data value 3> . . . . . <data value
n>
<data value n+1> . . .
```

文件开头可以有任意数量的注释行。所有注释行必须以“!”符号开头。文件中的第一行（不带有“!”符号开头的第一行）是标题行。所有 .INT 文件必须有一个标题行（最多可以包含 80 个字符）。文件中的下一行由各种参数组成，它们定义了文件的格式。对于栅格文件，此行必须以“GRD”语句开头。

<xsize> 用于指定 x 方向的格点数，而 <ysize> 则用于指定 y 方向的格点数。

<datatype> 用于指定文件中存储的数据类型（“SUR”表示表面形变数据，“WFR”表示波前形变数据，“FIL”表示强度切趾过滤数据）。OpticStudio 不能区分三种不同类型的数据，具体取决于是将数据导入网格矢高面还是网格相位面。

<wavelength> 表示测量数据所使用的波长（以微米为单位）。<wavelength> 值必须以“WVL”语句开头。

<scalesize> 用于指定缩放因子，即一个波长的形变所对应值。<scalesize> 值必须以“SSZ”语句开头。

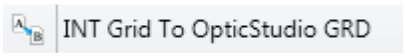
〈nodatavalue〉 用于指定光线缺失区域的数据点。入射到网格这些区域中的所有光线都已渐晕。此参数是可选参数。如果提供〈nodatavalue〉参数，则必须以“NDA”语句开头。

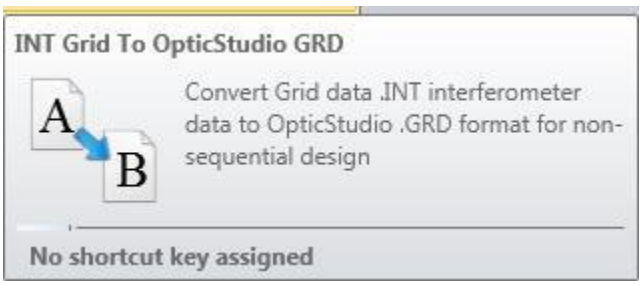
<xscale> 表示 x 方向的网格大小与 y 方向的网格大小的比率。此参数是可选参数。如果省略此值，则默认值为 1.0（对应为方形网格）。如果提供 <xscale> 参数，则必须以“XSC”语句开头。

文件中的其余行是各网格点数据。总共有 <xsize> *<ysize> 个点的数据输入。注意：此数据使用“自由格式”。因此，每行数据不一定与实际网格中的某一行网格点对应。数据序列从网格的+y 边缘开始，从 -x 到 +x 逐个列出。

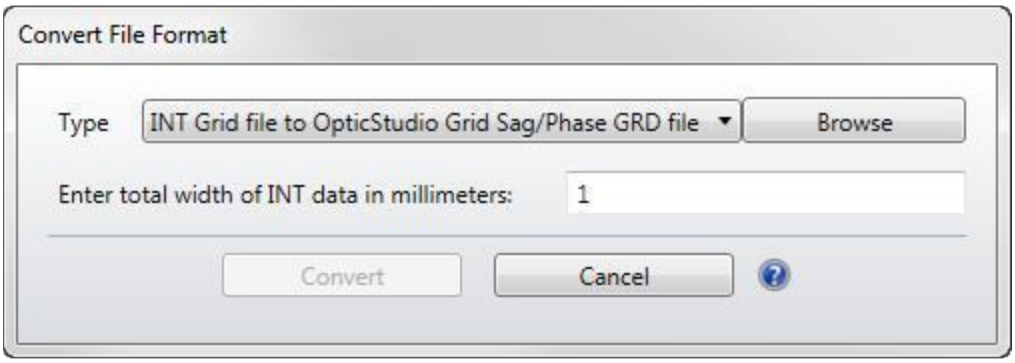
INT 网格转换为 OpticStudio GRD（INT Grid to

OpticStudio GRD）





干涉仪制造商已将 INT 文件格式广泛用作数据导出格式。转换后，这些数据可以被读入到非序列模式的 Grid Sag 物体中。



文件：要转换的文件名。下拉框中仅列出最近读取的文件夹中带有正确扩展名的文件。
浏览：从某个其它文件夹中选择一个文件。
转换：开始转换。在此过程中任何转换错误都将产生报错信息。

.INT 网格文件的文件格式如下：

```
! comment (optional)
! comment (optional)
Title line.A title line is required.
GRD <xsize> <ysize> <datatype> WVL <wavelength> SSZ <scalesize> NDA
<nodatavalue>
XSC <xscale>
<data value 1> <data value 2> <data value 3> . . . . . <data value
n>
<data value n+1> . .
```

文件开头可以有任意数量的注释行。所有注释行必须以“!”符号开头。文件中的第一行（不带有“!”

符号开头的第一行）是标题行。所有 .INT 文件必须有一个标题行（最多可以包含 80 个字符）。文件中的下一行由各种参数组成，它们定义了文件的格式。对于网格文件，此行必须以“GRD”语句开头。
<xsize> 用于指定 x 方向的格点数，而 <ysize> 则用于指定 y 方向的格点数。

<datatype> 用于指定文件中存储的数据类型（“SUR”表示表面形变数据，“WFR”表示波前形变数据，“FIL”表示强度切趾过滤数据）。OpticStudio 不能区分三种不同类型的数据，具体取决于是将数据导入网格矢高面还是网格相位面。

<wavelength> 表示测量数据所使用的波长（以微米为单位）。<wavelength> 值必须以“WVL”语句开头。

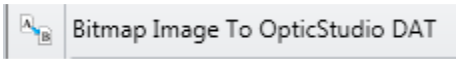
<scalesize> 用于指定缩放因子，即一个波长的形变所对应值。<scalesize> 值必须以“SSZ”语句开头。

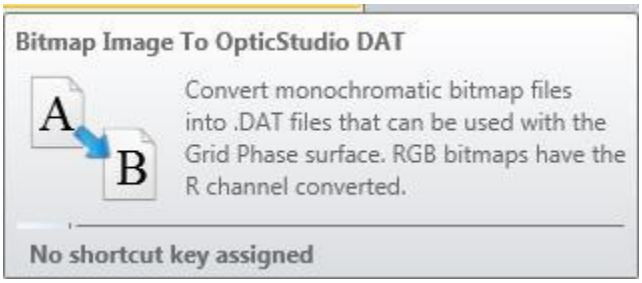
<nodatavalue> 用于指定光线缺失区域的数据点。入射到网格这些区域中的所有光线都已渐晕。此参数是可选参数。如果提供 <nodatavalue> 参数，则必须以“NDA”语句开头。

<xscale> 表示 x 方向的网格大小与 y 方向的网格大小的比率。此参数是可选参数。如果省略此值，则默认值为 1.0（对应为方形网格）。如果提供 <xscale> 参数，则必须以“XSC”语句开头。

文件中的其余行是各网格点数据。总共有 <xsize> *<ysize> 个点的数据输入。注意：此数据使用“自由格式”。因此，每行数据不一定与实际网格中的某一行网格点对应。数据序列从网格的+y 边缘开始，从 -x 到 +x 逐个列出。

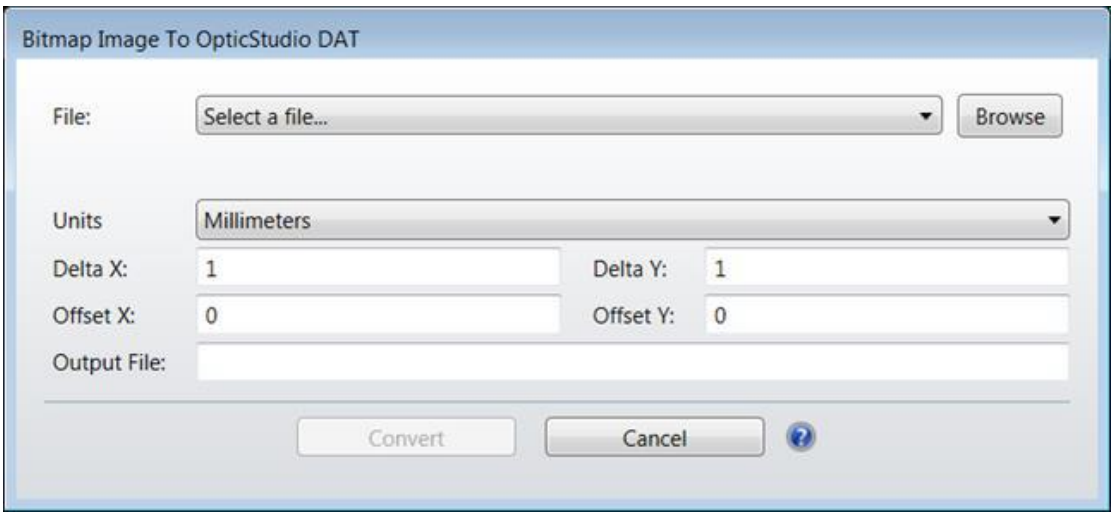
转换 Bitmap 图片为 OpticStudio 数据(Bitmap Image to OpticStudio DAT)





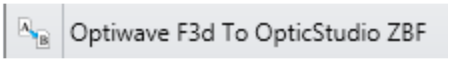
将单色图像文件（.BMP、.JPG、.TIFF、.PNG 等）转换为可用于网格相位面的 .DAT 文件。对于 RGB

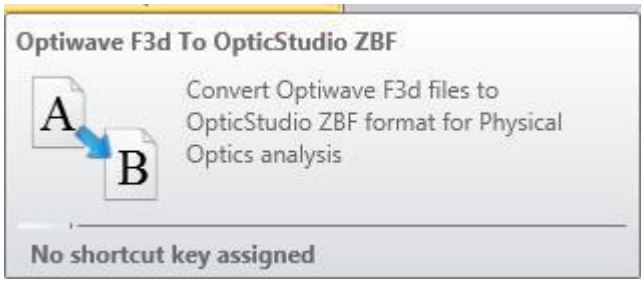
图像，在转换中使用 R 通道。



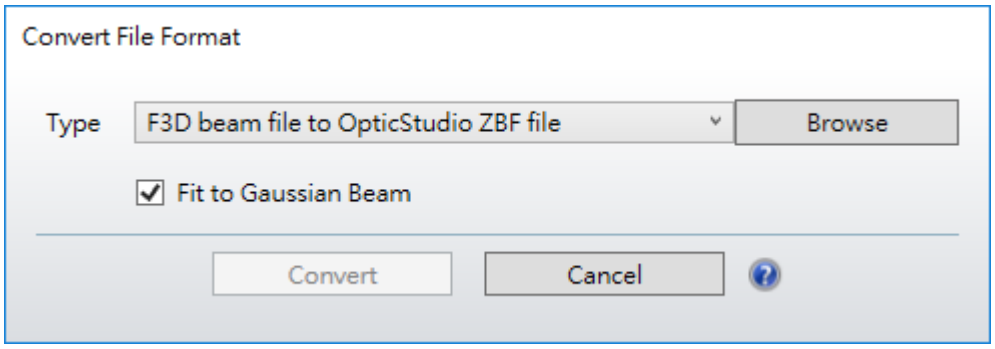
文件：要转换的文件的位置和名称。在选定一个文件后，此工具将显示宽度和高度方向的像素数以及每通道灰度位数。
浏览：为选择要转换的文件选择一个文件夹。
单位：表示图像的大小的特定单位。基于该特定单位表示的 δX 和 δY 值来转换图像。
δX：以特定单位表示的 X 方向的单个像素间隔。**δX** 乘以宽度方向像素数可确定网格相位面的宽度。
δY：以特定单位表示的 Y 方向的单个像素间隔。δY 乘以高度方向像素数可确定网格相位面的高度。
X 轴偏移：以特定单位表示的图像 X 轴偏心。
Y 轴偏移：以特定单位表示的图像 Y 轴偏心。
输出文件：键入输出 .DAT 文件的完整路径。默认路径将自动索引到图像文件夹。注意：要将此文件用于网格相位面，必须将 .DAT 文件放到 Documents>OpticStudio>Objects>Grid Files 文件夹下

转换 OptiWave® F3d 数据文件为 ZBF 文件格式 (OptiWave® F3d Beam File to OpticStudio ZBF)





OptiWave F3D 文件用于描述线偏振电场或一般的偏振电场数据。这些文件可转换为供物理光学传播和部分相干图像分析功能使用的 Zemax 光束文件 (ZBF) 格式。



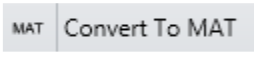
文件：要转换的文件名。下拉框中仅列出最近读取的文件夹中带有正确扩展名的文件。
浏览：从某个其它文件夹中选择一个文件。
拟合成高斯光束：转换工具可以根据电场数据估算 Pilot Beam 以此拟合高斯光束。该 Pilot Beam 的位置为 0，且相位数据会参考到平面波前。如果该选项没有选中，转换工具会跳过这个步骤。
转换：开始转换。在此过程中任何转换错误都将产生报错信息。

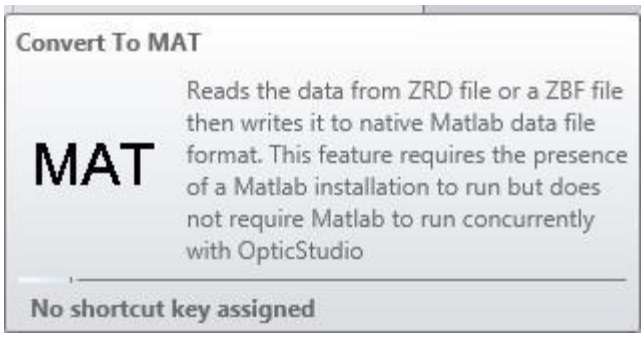
F3D 文件格式包含 3 行头信息：

```
BCF3DCX 3.0
Nx Ny
xmin xmax ymin ymax
```

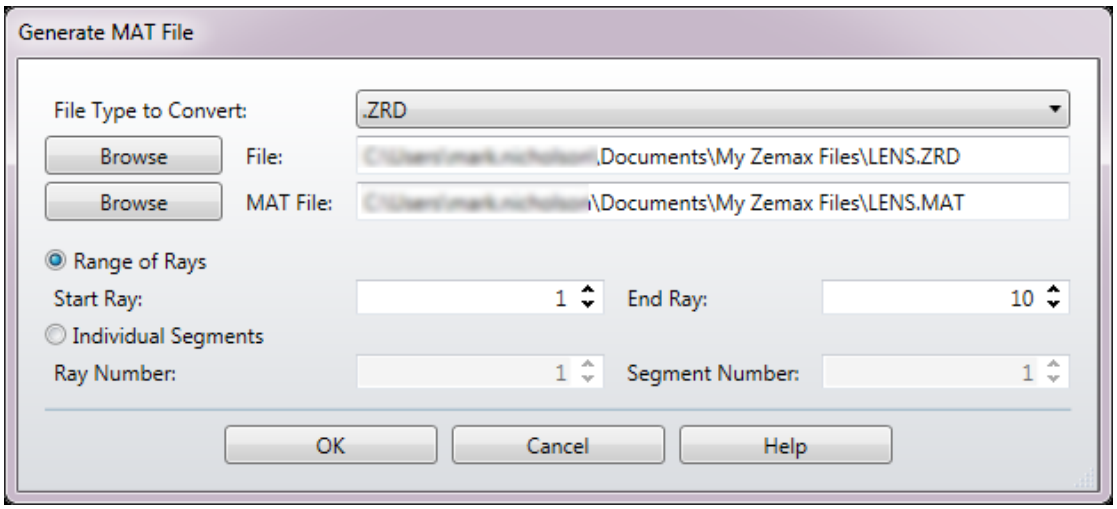
标识符 BCF3DCX 用于标识一个线偏振光束文件。目前仅支持文件格式 3.0 版。
Nx 和 Ny 整数值是各方向的数据点数。OpticStudio ZBF 文件仅支持 2 的幂次方个点数，而 F3D 文件可以包含任何整数点数。如果 Nx 或 Ny 不是 2 的幂次方，则会对 ZBF 自动以零填补，以使数据点数大于最接近的 2 的幂次方。例如，如果 F3D 文件中有 115 点，ZBF 将包含 128 点，在原始数据中央以零值补齐。
xmin、xmax、ymin 和 ymax 等值用来定义光束的物理尺寸。所有这些值都必须以微米为单位。OpticStudio 会将这些值换算为毫米数，并使用毫米表示导出的光束尺寸大小。ZBF 文件仅包含光束 x 和 y 方向的宽度，不含任何绝对位置。
F3D 格式不包含任何波长数据，所有 E-场相位数据均参照局部平面。OpticStudio 会用高斯光束拟合 E-场数据，以估算 OpticStudio 中后续传播所需的 Pilot Beam 属性，并将此数据存储到 ZBF 文件中。

转换到 MAT 数据(Convert to MAT)





此功能可从 ZRD 文件或 ZBF 文件中读取数据，然后将其写入 MATLAB® 数据文件（MAT 文件）中。**此功能要求 安装 MATLAB 程序，但不需要** MATLAB 与 OpticStudio 同时运行。



要转换的文件类型：选择 ZRD 或 ZBF 文件类型作为转换类型。
文件：要转换的 ZBF 或 ZRD 文件的文件名和路径。
MAT 文件：要创建的 MAT 文件的文件名和路径。
光线范围 如果要转换 ZRD 文件，此按钮将要求 OpticStudio 将 ZRD 文件中的光线范围写入 MAT 文件中。
初始光线：要转换的第一条光线，光线数据库查看器将为您提供编号。
结束光线：要转换的最后一条光线，光线数据库查看器将为您提供编号。
单独的光线段：如果要转换 ZRD 文件，此按钮将要求 OpticStudio 将 ZRD 文件中的特定光线段写入 MAT 文件中。
光线编号：光线段的转换起自该光线，其编号由光线数据库查看器提供。
光线段编号：所选光线的光线段的编号，光线数据库查看器将为您提供编号。
面的范围：如果选中此选项，与 ZBF 关联的指定范围内的面将被转换。
起始面：要转换的第一个面，其值必须大于零。
终止面：要转换的最后一个面，其值必须大于零。

一般注意事项

光线和光线段编号都会显示在光线数据库查看器中。

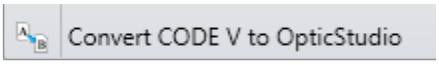
面的范围选项要求对起始面和终止面所指定的表面已创建了 ZBF 文件。

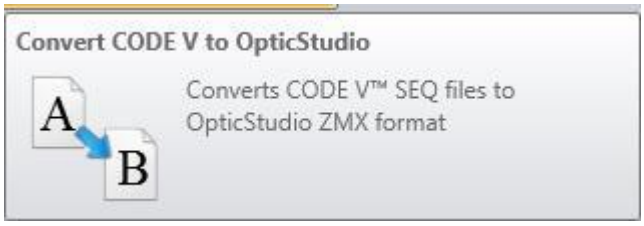
在选中“面的范围”选项后，要转换的 ZBF 文件的文件名格式应为 filename_000x.ZBF，其中 x 是正整数。
在使用此选项时，OpticStudio 会将字符串 _000x 添加到“文件”框中所指定的 ZBF 文件名中。

例如，如果“文件”框的内容是“C:\Path\filename.ZBF”，则在读取 ZBF 文件进行转换之前，OpticStudio 会将此内容修改为“C:\Path\file- name_000x.ZBF”，其中 x 是“起始面”和“终止面”框中所指定的整数范围。OpticStudio 然后会循环迭代这些文件，并使用这些文件的内容生成一个 MATLAB 数据结构。如果不选中此选项，则使用“文件”框中所定义的名称和路径的文件。

如果收到错误消息，提示缺失 DLL，请检查 MATLAB 安装程序的 bin\win32 或 bin\win64 文件夹中是否有这些内容。另请检查“配置选项”对话框的“文件夹”选项卡是否指向包含 MATLAB 安装程序的文件夹。需要注意的是，OpticStudio 64 位版本需要使用 MATLAB 64 位版本，OpticStudio 32 位版本需要使用 MATLAB 32 位版本。

转换 CODE V 文件到 OpticStudio 文件(Convert CODE V to OpticStudio)





选择此功能将调用 ZPL 宏，它可以将 Code V 中生成的 .SEQ 文件转换为可供 OpticStudio 读取的格式。首先将出现一个对话框，要求用户输入要转换的输入 .SEQ 文件的名称。此名称必须包含查找文件使用的完整路径；对话框中的“浏览”按钮可用于直接导航到包含此文件的文件夹，以便直接选择此文件。输出文件是与输入 Code V 文件同名的 OpticStudio (.ZMX) 文件，但扩展名不同（是 .ZMX 而非 .SEQ），并且该文件将被加载到 OpticStudio 的当前实例中。此外，还将显示一个输出文本窗口，其中包含转换摘要。

当转换的文件复杂程度较低或适中时，宏的运行效果通常很好，但对于过于复杂的文件则不能完全转换。目前支持转换的功能列表为以下操作数（基于.SEQ 文件所列）：

按字母顺序排列的 Code V 命令支持列表	
A	4 阶系数
ADE	X 轴倾斜
ADC	X 轴关联组倾斜控制
ADX	X 向孔径偏心
ADY	Y 向孔径偏心
ASP	偶次非球面面型
B	6 阶系数
BDE	Y 轴倾斜
BDC	Y 轴结组倾斜控制
BEN	镜面偏心和偏转(bend)
C	8 阶系数
CAU	柯西色散公式（查阅 PRV）
CCY	面曲率控制（旋转对称）
CDE	Z 轴倾斜
CDC	Z 轴关联 组倾斜控制
CIR	设置孔径半直径
CON	圆锥系数面型（后跟“K”操作数的类型）
CYL	Toroidal 面型
CUM	镜面基板背面曲率指示器
D	10 阶系数
DAR	偏心并返回操作数
DER	OpticStudio 中无等效控制
DDM	默认尺寸 I-英寸、C -厘米、M-毫米
DIF	2 词(2-word)操作数的第一部分（例如 DIF GRT）
DIM	强制变更单位
E	12 阶系数
END	定制玻璃目录的色散截止端
EPD	入瞳直径
F	14 阶系数
FNO	像空间光锥 F/#
G	16 阶系数
GLA	玻璃插入（面的特定格式）
GL1	玻璃色散，表面 1
GL2	玻璃色散，表面 2
GML	玻璃 mfr.劳伦特色散公式（查阅 PRV）
GMS	玻璃 mfr.塞尔迈尔色散公式（查阅 PRV）

GO	刷新系统
GRO	光栅级次
GRS	光栅间隔
GRT	光栅面型
H	18 阶系数
HAR	哈特曼(Hartmann)色散公式（查阅 PRV）
HCO	非球面相位
HOE	全息面
HV1	第 1 结构点的类型
HV2	第 2 结构点的类型
HOR	全息衍射级次
HWL	结构波长（全息图）
HX1	第 1 结构点的 X 坐标
HX2	第 2 结构点的 X 坐标
HY1	第 1 结构点的 Y 坐标
HY2	第 2 结构点的 Y 坐标
HZ1	第 1 结构点的 Z 坐标
HZ2	第 2 结构点的 Z 坐标
INI	设计者姓名的大写字母(initials)
INS	面插入（面的特定格式）
K	圆锥系数值（“CON”操作数后的类型）
LAU	劳伦特(Laurent)色散公式（查阅 PRV）
LEN	初始化新透镜的数据
NAO	物空间数值孔径
PIM	近轴像距离求解
PRV	自用玻璃目录的起点端
PWL	自用玻璃目录的波长
RET	坐标返回（方位 XYZ）的求解
REX	矩形孔径的 X 向半宽
REY	矩形孔径的 Y 向半宽
RDM	替代曲率的半径模式
RDY	半径插入（面的特定格式）
REF	参考波长编号
RMD	反射/折射模式指令
S	增量面指示器
SCQ	Q 型非球面操作符
SI	像面表面定义
SK	表面 K
SLB	给某面附加一标签（在 ZOS 中：注解行）
SLM	标准色迈耶尔 色散公式（查阅 PRV）

SO	物面表面定义
SPH	球面面型
SPS	设置表面未 Q 型非球面
STO	将表面指定为光阑面
THC	厚度结组控制
THG	热梯度面
THI	厚度插入（面的特定格式）
THM	镜面基底的厚度
TIT	镜头系统标题（也映射为 TITLE）
VLX	入瞳半径的裁剪部分（-X 方向）
VLY	入瞳的半径裁剪部分（-Y 方向）
VUX	入瞳的半径裁剪部分（+X 方向）
VUY	入瞳的半径裁剪部分（+Y 方向）
WL	要求波长，以 nm 为单位
WTF	视场权重
WTW	波长权重
XAN	物方空间的 X 角（度）
XDE	X 偏心
XDC	X 关联组偏心控制
XIM	视场：X 近轴像高
XOB	视场：X 物高
XRI	视场：X 实际像高
XTO	X Toroid 面
YAN	物方空间的 Y 角（度）
YDE	Y 轴偏心
YDC	Y 轴关联组偏心控制
YIM	视场：Y 近轴像高
YOB	视场：Y 物高
YRI	视场：Y 实际像高
YTO	Y Toroid 面
ZDE	Z 轴偏心
ZDC	Z 轴关联组偏心控制
ZOO	变组(Zoom)位置
!	注解行

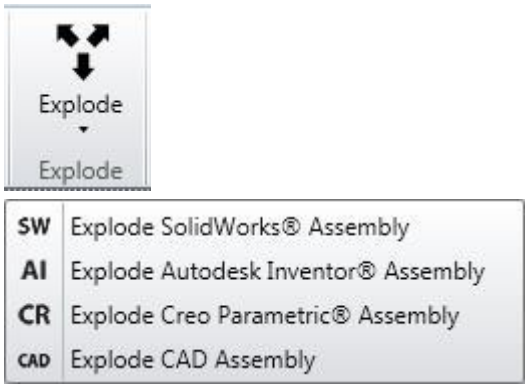
除此之外，.SEQ 文件中的任何其它操作数都不能转换，请仔细检查转换后的文件是否正确。更多 .SEQ 文件操作命令，会在以后的宏版本中提供更多的支持。注意，如果 .SEQ 文件中包含上述列表没有的操作数，则转换摘要的文本窗口会逐一显示提示消息（例如，“操作数 IFO 无映射”）。

注意：如果 .SEQ 文件包含了 OpticStudio 的材料库中所没有包含的材料，则转换摘要的文本窗口会显示警告信息，并且 OpticStudio 会将材料替换为模型玻璃。

输入的 .SEQ 文件必须符合一些基本要求才能进行转换，例如文件必须包含至少 3 个面（以便在 OpticStudio 中定义为物面、光阑面和像面）。注意：在转换之前，需重新设置 .SEQ 文件中的文本格式，以确保每行仅出现一个 Code V 命令。在完成此步骤后，重新设置的文本将在显示转换摘要的文本窗口中显示出来（以便用户确认）。

执行转换所使用的宏位于安装程序的 ZPL 文件夹中（有关更多详细信息，请参阅“文件夹”），被命名为 Code V to OpticStudio Converter.ZPL。用户可以根据需要修改此宏文件，例如想更改转换后的 OpticStudio 输出文件名，或者自己添加更多的转换命令支持。如果用户自己可以修改宏文件，来增加支持更多的转换命令，我们热切期望您将修改的支持增加操作符转换的宏文件及版本信息发送到 support@zemax.com，这样我们可以将其加入到后续发行的 OpticStudio 版本中。

分解组（Explode Group）



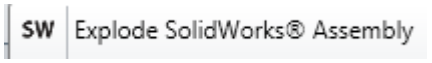
分解功能用于将 CAD 各种格式的装配图分解成能用 ZOF（Zemax Object Format）结构表示的若干个独立的零件。

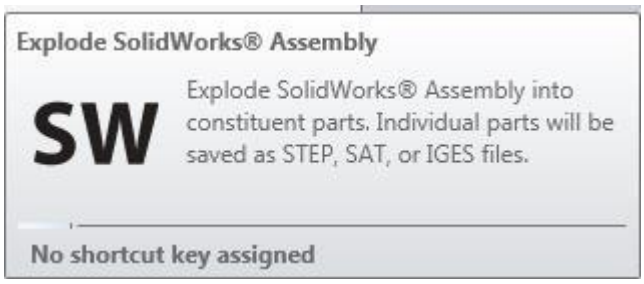


CAD 装配图包含有 STEP、IGES 和 STL 等文件类型。

分解 SolidWorks 装配体文件（Explode SolidWorks

Assembly）

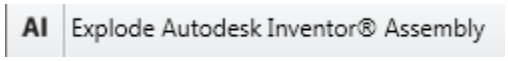




此工具可将 SolidWorks 创建的装配体文件分解为各独立零件。此工具的功能与 NSC 编辑器工具栏上的“分解 SolidWorks 装配体文件”选项基本一致。但是，此工具不要求必须已将装配文件加载到非序列元件编辑器 (NSCE) 中。此外，在分解完装配图后，每个零件体的文件都不会以 CAD 零件对象的形式加载到编辑器中，但可以在“\Documents\Zemax\Objects\CAD Files”文件夹中找到这些零件体文件。各零件体文件名称与 SolidWorks 文件相同，但文件名后附加有 _1、_2 等编号。例如，对于 CADAssembly.stl 文件，将创建 CADAssembly_1.stl、CADAssembly_2.stl 等零件体。

注意：如果这些零件的文件名已经存在，对应的文件将被覆盖。

分解 Autodesk Inventor 装配体文件（Explode Autodesk Inventor Assembly）

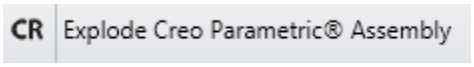


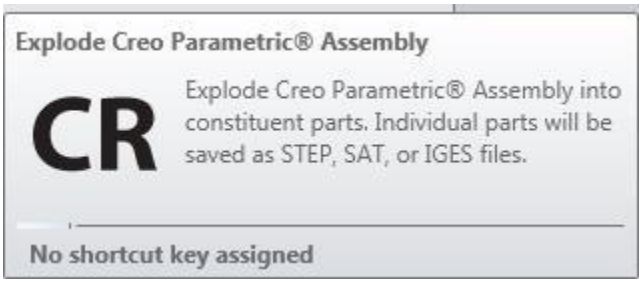


此工具可将 Autodesk Inventor 2018 创建的装配体文件分解为单体零件及组件。此工具的功能与 NSC 编辑器上的“分解 Autodesk Inventor 装配体文件”选项基本一致。但是，此工具不要求必须

已将装配文件加载到非序列元件编辑器 (NSCE) 中。此外，在分解完装配图后，每个零件体文件都不会以 CAD 零件对象的形式加载到编辑器中，但可以在“\Documents\Zemax\Objects\CAD Files”文件夹中找到这些零件体文件。各零件体文件名称与 CAD 文件相同，但文件名后附加有 _1、_2 等编号。例如，对于 CADAssembly.stl 文件，将创建 CADAssembly_1.stl、CADAssembly_2.stl 等零件体。

分解 Creo Parametric 装配体文件（Explode Creo Parametric Assembly）

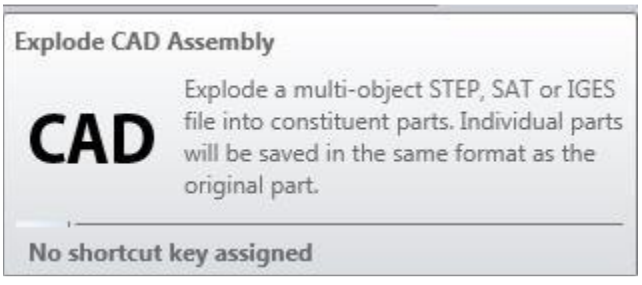




此工具可将 Creo Parametric 4.0 创建的装配体文件分解为单体零件及组件。此工具的功能与 NSC 编辑器工具栏上的“分解 Creo Parametric 装配体文件”选项基本一致。但是，此工具不要求必须已将装配文件加载到非序列元件编辑器 (NSCE) 中。此外，在分解完装配图后，每个零件体文件都不会以 CAD 零件对象的形式加载到编辑器中，但可以在“\Documents\Zemax\Objects\CAD Files”文件夹中找到这些零件体文件。各零件体文件名称与 CAD 文件相同，但文件名后附加有 _1、_2 等编号。例如，对于 CADAssembly.stl 文件，将创建 CADAssembly_1.stl、CADAssembly_2.stl 等零件体。

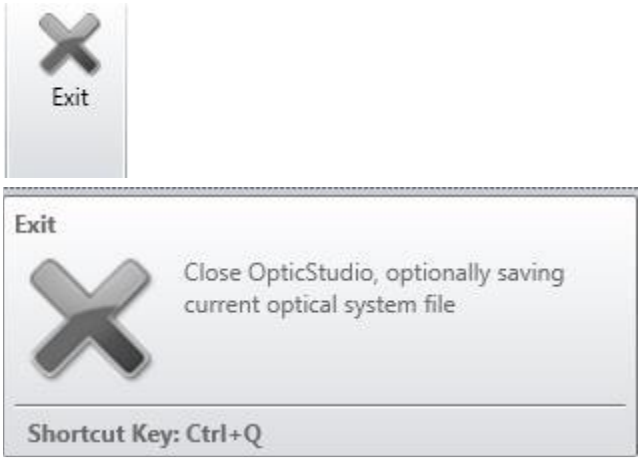
分解 CAD 装配体文件（Explode CAD Assembly）





此工具可将 CAD 装配体文件分解为单体零件及组件。此工具的功能与 NSC 编辑器工具栏上的“分解 CAD 零件：STEP/IGES/SAT”选项基本一致。但是，此工具不要求必须已将装配文件加载到非序列元件编辑器 (NSCE) 中。此外，在分解完装配图后，每个零件体文件都不会以 CAD 零件对象的形式加载到编辑器中，但可以在“\Documents\Zemax\Objects\CAD Files”文件夹中找到这些零件体文件。各零件体文件名称与 CAD 文件相同，但文件名后附加有 _1、_2 等编号。例如，对于 CADAssembly.stl 文件，将创建 CADAssembly_1.stl、CADAssembly_2.stl 等零件体。

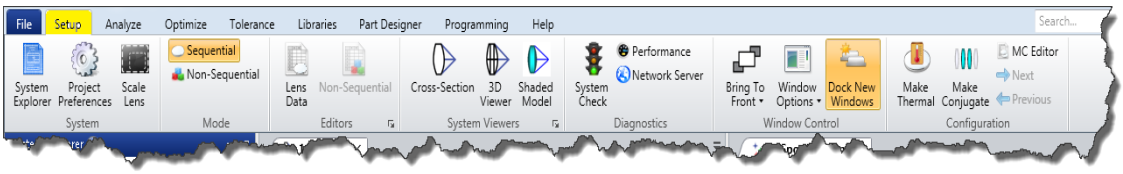
退出按钮（Exit Button）



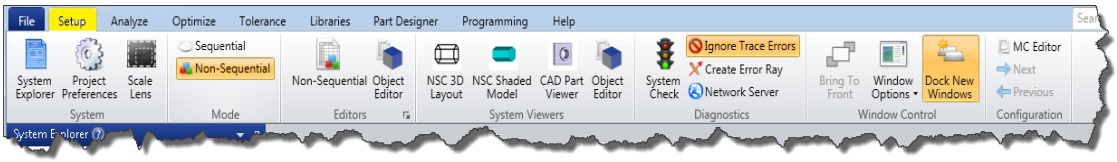
设置选项卡 The Setup Tab

此菜单可访问 OpticStudio 的设置功能。

这是序列用户界面模式下的设置菜单：



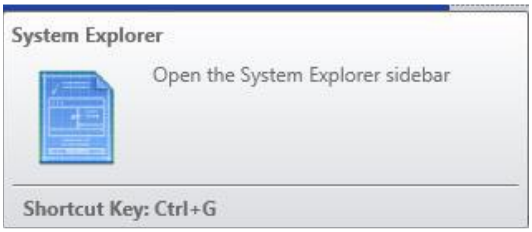
这是非序列用户界面模式下的设置菜单：

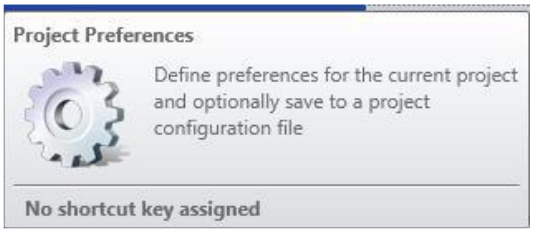


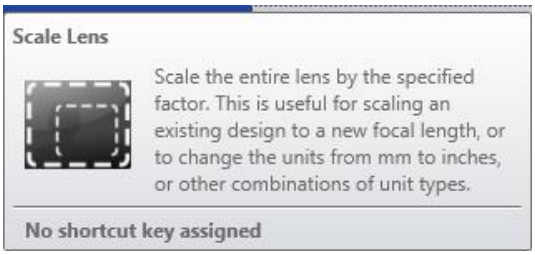
系统组(设置选项卡) System Group (the Setup Tab)

以下是系统设置工具。



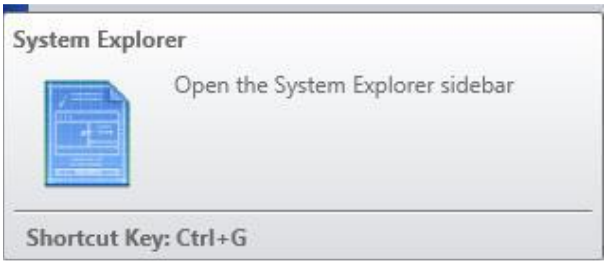






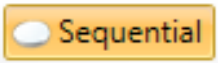
[系统选项] (System Explorer)

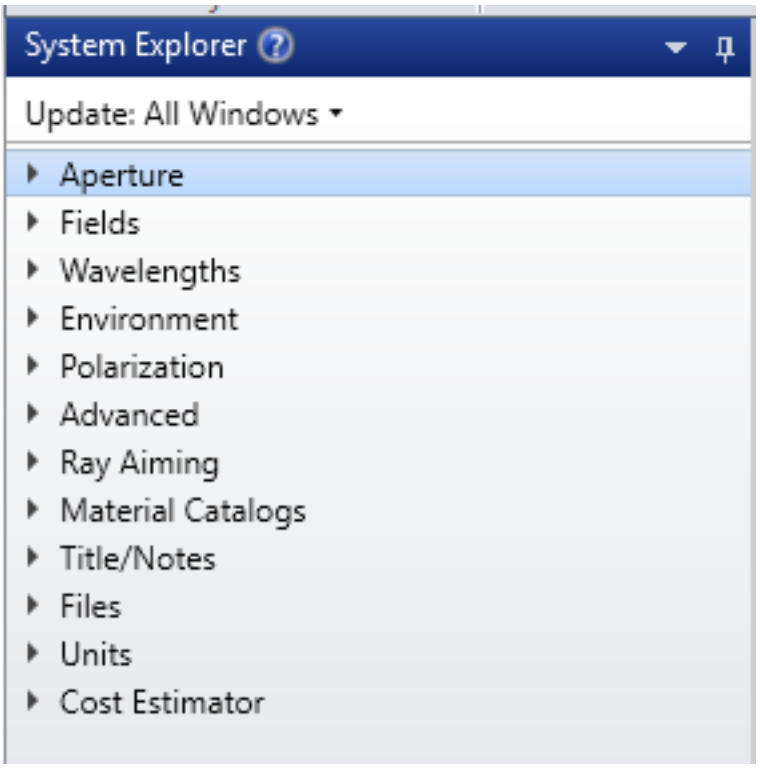




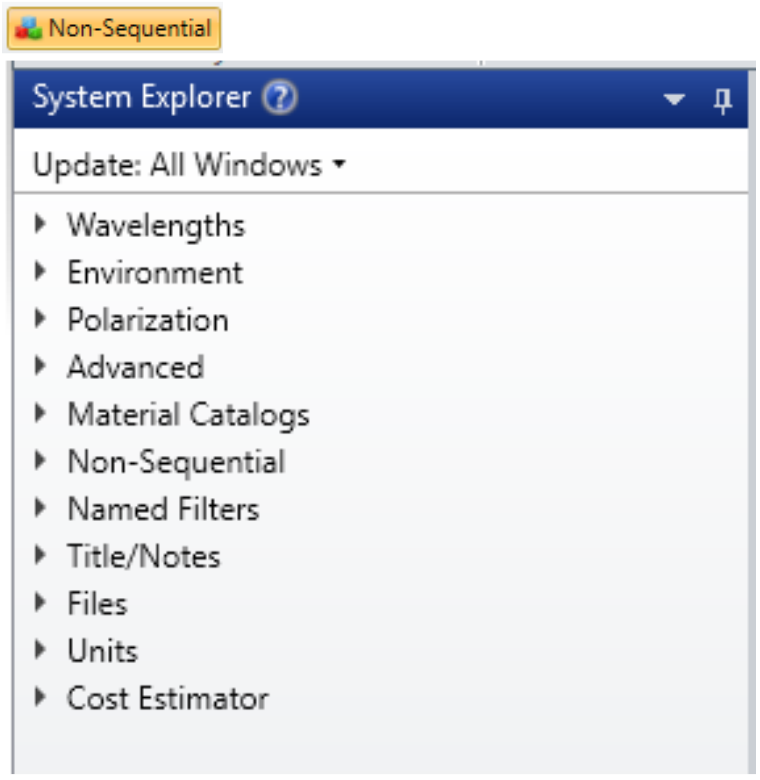
系统选项按钮在设置菜单中的系统部分可以找到，它包含了 OpticStudio 中全部有关系统基本结构设置的选项。该系统选项用来定义整个系统的透镜数据，而不是单个表面或物体的数据。

系统选项，锁定窗口（序列）

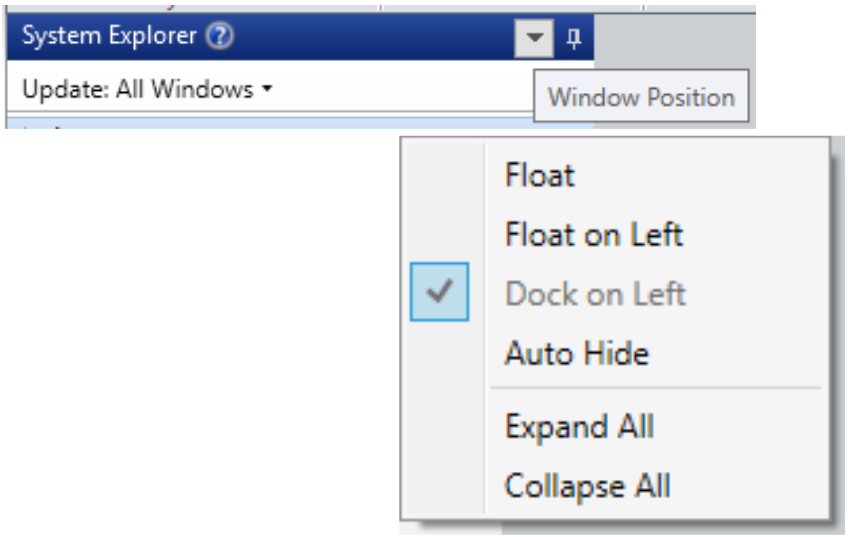




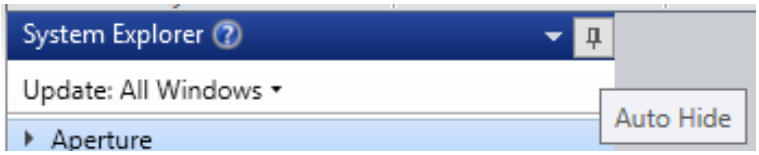
系统选项，锁定窗口（非序列）



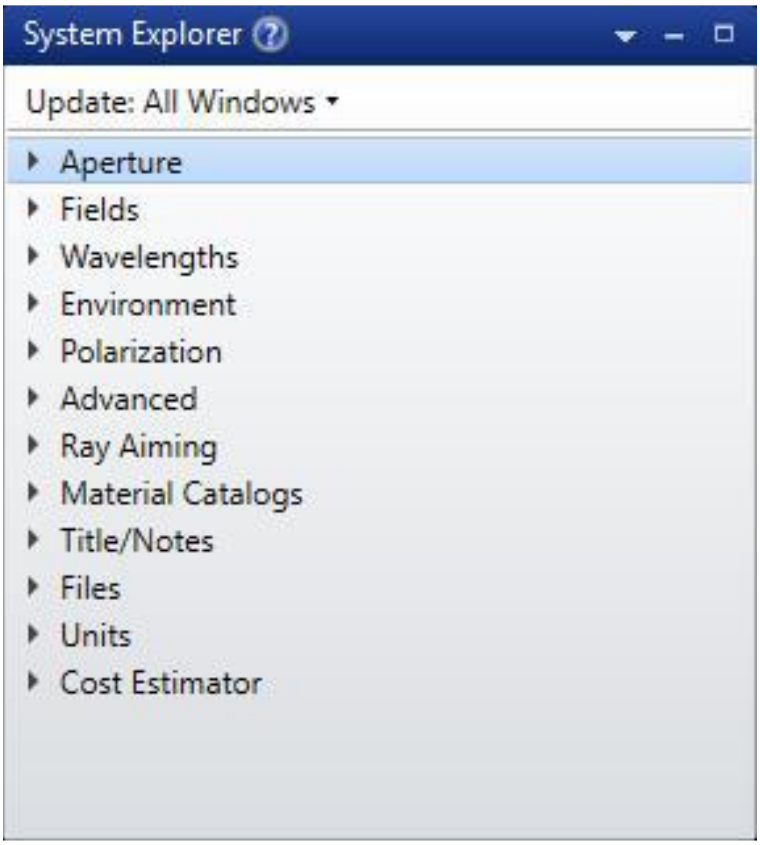
窗口位置



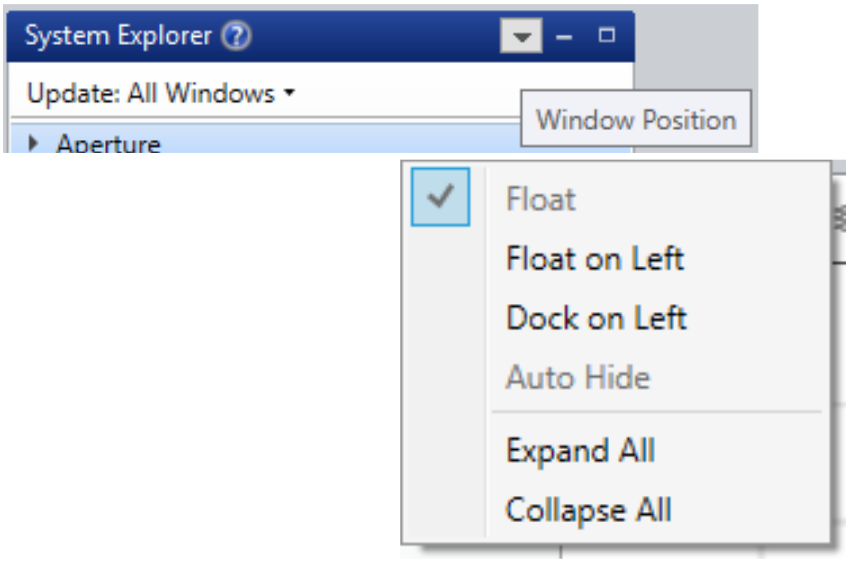
自动隐藏



系统选项，浮动窗口



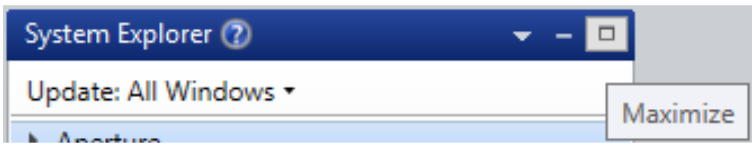
浮动窗口的位置



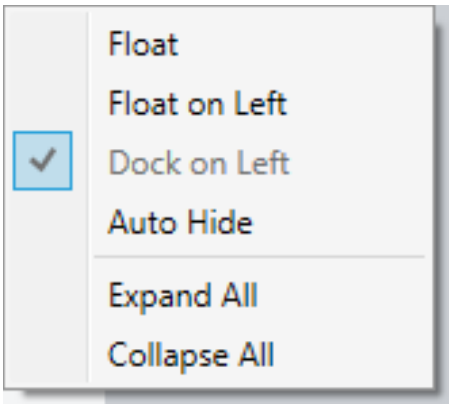
浮动窗口最小化



浮动窗口最大化



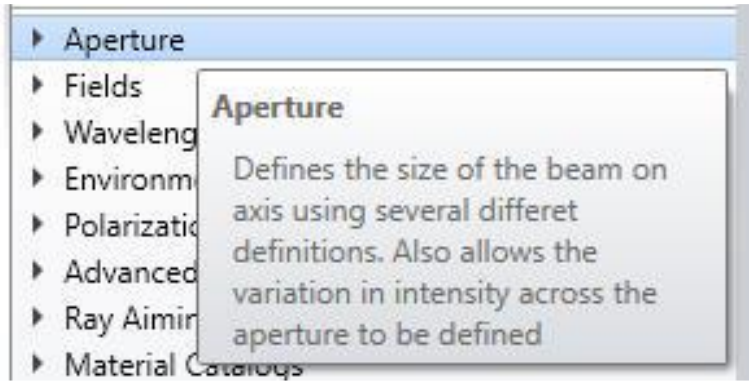
系统选项可以停靠在用户界面的的左侧。停靠后，系统选项可被固定下来以便始终可见，或者设置为自动隐藏，这样当用户点击用户界面的其他位置时，它就会被最小化。可通过单击工具栏中的向下箭头展开的菜单来更改这些设置：



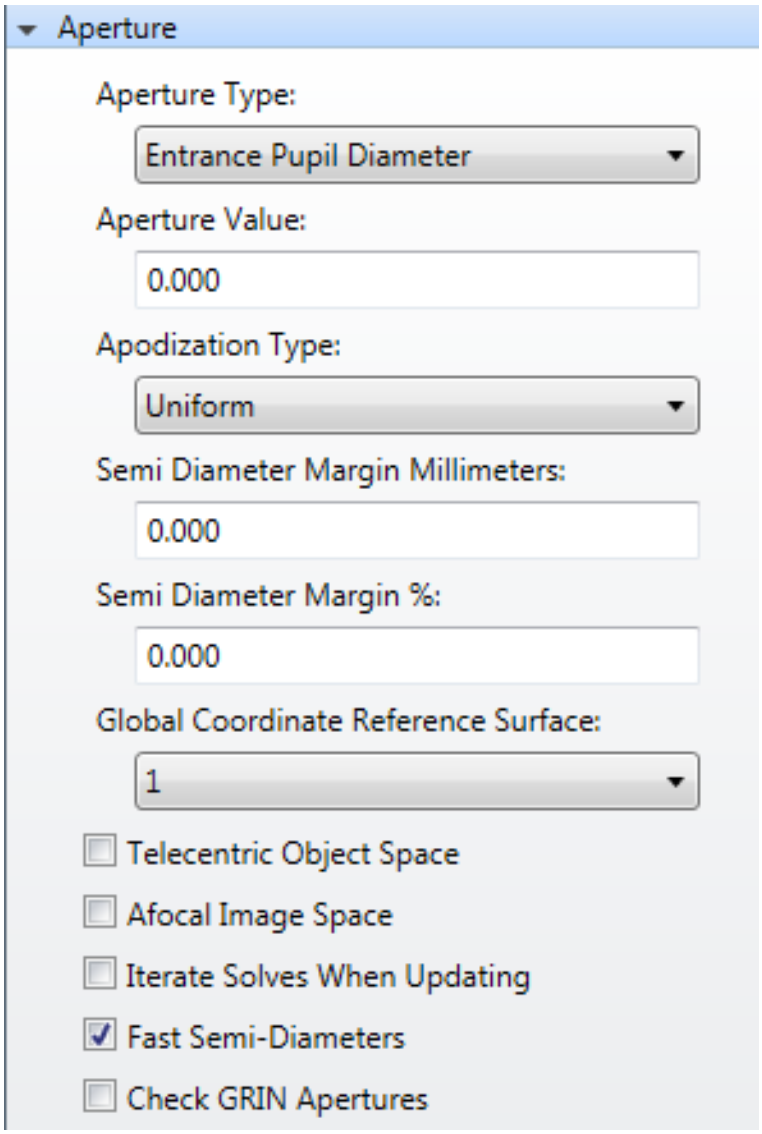
这一图标可更改系统选项是固定显示还是自动隐藏。这些选项只有在系统选项停靠时才可使用，且停靠后，它也会像其他停靠的分析窗口一样运行，这意味着其他的浮动窗口将覆盖停靠的系统选项（如果它们重叠的话）。但是，也可以通过工具栏中的下拉菜单将系统选项设置为作为单独窗口使用的浮动窗口。

有关系统选项设置的更多信息，请参阅下面的主题。

[系统孔径(系统选项)] (Aperture (System Explorer))



在系统选项中可以设置孔径的特征。系统孔径表示在光轴上通过系统的光束大小。要建立系统孔径，需要定义系统孔径类型和系统孔径值。



[孔径类型] (Aperture Type)

现有的的系统孔径类型和相关的类型代码（ZPL 宏使用）下表中定义。

孔径类型	代码	描述
[入瞳直径] (Entrance Pupil Diameter)	0	从物空间看到的光瞳直径（以镜头单位表示）
[像方空间F/#] (Image Space F/#)	1	像空间的无限共轭近轴F/#
[物方空间NA] (Object Space Numerical Aperture)	2	物空间边缘光线的数值孔径 (NA = n sin θ_m)，其中n为物体的折射率。

[光阑尺寸浮动] (Object Space Numerical Aperture)	3	用光阑面的半口径定义
[近轴工作F/#] (Paraxial Working F/#)	4	像空间定义的共轭近轴F/#
[物方锥角] (Object Cone Angle)	5	物空间边缘光线的半角，单位为“度”，可超过90°。如果入瞳是虚的，即物到入瞳的距离为负，则不使用物方锥角。当使用物方锥角时，默认的光瞳面上的“均匀”光线分布指的是角度而不是平面。如果切趾类型设为“余弦立方”，那么光线在立体角中是均匀分布的，这就对应一个点光源，且在所有方向上都均匀辐射（参阅“切趾类型”）。此光线的设置分布可能与大锥角其它孔径类型的设置有显著的区别。

这些术语在“约定和定义 (Conventions and definitions)”中有更详细的定义。如果选择了“物方空间 NA (Object Space NA)”或“物方锥角 (Object cone angle)”作为系统孔径类型的话，那么物方厚度必须小于无穷远。上述类型中只有一种系统孔径类型可以被定义。例如，一旦定义了入瞳直径，那么所有其他孔径的定义都由该镜头数据来决定。

[孔径值] (Aperture Value)

系统孔径值的意义取决于所选择的系统孔径类型。例如，若选择“入瞳直径 (Entrance Pupil Diameter)”来作为系统孔径类型，那么系统孔径值就是用透镜计量单位表示的入瞳直径。OpticStudio 同时使用系统孔径类型和系统孔径值来确定基本量的大小，如入瞳尺寸和各个组件的净孔径。

选择“光阑尺寸浮动 (Float by Stop Size)”为系统孔径类型是上述规律的唯一例外。如果选择了“光阑尺寸浮动”作为系统孔径类型，则光阑面的半口径（在镜头数据编辑器中设置）用来定义系统孔径。

[切趾类型] (Apodization Type)

[均匀] (Uniform) 均匀表示光线均匀分布在入瞳上，模拟均匀照明。默认情况下，入瞳总是被均匀地照亮。

[高斯] (Gaussian) 高斯是在光瞳上振幅以高斯曲线形式变化。分布因子表示光束的振幅作为径向光瞳坐标的函数的下降比率。光束振幅在光瞳中心归一化，而入瞳其它点的振幅由以下公式给出

$$A(\rho) = e^{-G\rho^2}$$

其中 G 为分布因子，ρ 为归一化光瞳坐标。如果分布因子为零，那么光瞳照明是均匀的。如果分布因子为 1，那么光束振幅在入瞳边缘就会下降到 1/e（即发光强度下降到 1/e，大约为峰值的 13%）。分布因子可以是大于或等于 0 的任意数，但不建议采用大于 4 的值。这是因为如果光束振幅在入瞳边缘下降得太快，大多数计算将只对极少数光线进行采样，从而无法得出有意义的结果。

[余弦立方] (Cosine cubed) 模拟了点光源照在平面上的强度衰退特点。注意余弦立方分布只对点光源或与入瞳直径相比较接近光轴的场点有效。对于一个点光源，光线照在不同平面区域上的光线强度由以下公式给出

$$I(\theta)=(\cos\theta)^3$$

其中，θ 为Z轴与入瞳相交的光线的夹角，且光瞳中心的相对强度为1。转换为归一化光瞳坐标，并运用平方根得出入瞳坐标振幅分布为

$$\mathrm{A}(\rho) = \frac{1}{(1+(\rho\tan\alpha)^2)^{\frac{3}{4}}}$$

其中 tanα 是 z 轴与边缘光线夹角的正切。Opticstudio 使用入瞳位置和尺寸自动计算出

$$\tan\alpha$$

分布因子不会在余弦立体分布中用到。

如果孔径类型为“物方锥角 (Object Cone Angle) ”，则会用到一个稍微不同的分布技术。分布是通过在物方空间中光线的余弦的仔细选择来获得。由此产生的分布在立体角（而非角度空间）中是均匀的。由锥角 θ 照亮的球面立体角 Ω 由以下公式给出

$$\Omega=2\pi(1-\cos\theta)$$

归一化的径向光瞳坐标 p 与分数形式的立体角相关

$$p^2 = \frac{1-\cos\theta}{1-\cos\alpha}$$

其中α是系统定义的孔径值的最大锥角，θ是光线与归一化光瞳坐标p的夹角。此分布在定义锥角的任意位置可以得出均匀光线密度和每个立体角的光焦度。

用户自定义 OpticStudio 也支持任何表面上的用户自定义分布，而不仅仅是在入瞳上。用户自定义表面分布是用“用 DLLs 的用户自定义表面分布”中描述的用户自定义面型来实现的。

[分布因子] (Apodization Factor)

分布因子决定了光瞳振幅的衰减速度，仅用于高斯分布。有关详细信息，请参阅“切趾类型”的前部分内容。关于切趾的更多信息，可以在下面的知识库文章中找到：术语“切趾”是什么意思？

[净口径余量] (Semi Diameter Margin)

在“自动”模式下，计算通过所有光线所需径向孔径的每个表面的半口径，而不需要任何修剪。

对于在边缘接触中或其附近紧密排列的元件的系统，将会产生不为精加工或安装提供任何间隙的表面光阑。通常情况下，光学表面只能在全径向孔径的某一部分内完成，一般在 90%和 98%之间，这取决于零件的尺寸。

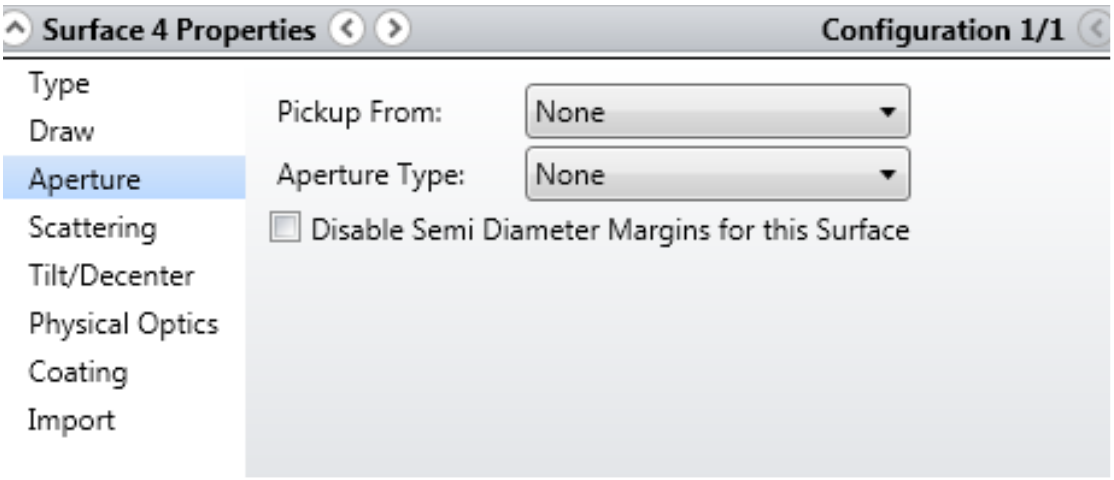
通过采用延伸区和机械半口径参数这一基本方法，可解决不可追踪的表面扩展问题。

参见镜头数据编辑器中数据栏部分的“延伸区”，以获取帮助。

余量毫米 当半口径圆柱中的表面有一个自动解时，这种半口径余量控制允许指定一个额外的径向孔径作为一个固定的数值。默认值为零表示不保留任何余量。

余量百分比 这种半口径余量控制允许以百分比指定额外数值的径向孔径。默认值为零表示不保留任何余量，而余量 5%表示在“自动”控制下的所有表面的半口径增加 5%。最大允许余量是 50%。

如果“百分比”和“毫米”的余量值都不为零，则先添加百分比，然后添加镜头单位余量。半口径余量不适用于光阑面。有一种可能是在面与面之间的基础上使半口径失效，而相应的控制复选框位于镜头设计编辑器中（表面属性>孔径选项卡）：



[全局坐标参考面] (Global Coordinate Reference Surface)

全局坐标是由每个表面局部坐标的旋转和转换来定义的。将任意表面作为全局参考坐标，可以计算出任何表面的旋转矩阵和偏移矢量。默认的参考面是表面 1，但也可以选择任何其他的面。有两种特殊情况：一种是当物体在无穷远时，那么就不能将表面 0 作为参考面；另一种是无法将坐标断点面设置为全局坐标参考面。所选择面用于确定全局坐标系的原点位置和方向。参考面也用于定义 3D 视图上多个变焦位置的重叠点。

[远心物空间] (Telecentric Object Space)

如果选中此复选框，OpticStudio 将假设入瞳位于无穷远，而不考虑光阑面的位置。所有从物体表面射出的主光线将平行于 Z 轴。当选择该选项后，光线瞄准和用角度定义的视场点将不会使用。为了获得最好的效果，当使用远心模式时，设置光阑面到 1 表面。

[无焦像空间] (Afocal Image Space)

如果选中此复选框，OpticStudio 将以适合于光学系统的方式执行大部分的分析功能，该光学系统输出光线到像空间是名义上平行的。严格来说，术语“无焦”指光线在物空间和像空间都是平行的。然而，OpticStudio 使用这一术语来描述输出光在像空间平行，且无论物空间光束是不是平行。为简便起见，说明书中使用术语“无焦模式 (afocal mode)”表示选中无焦像空间，使用术语“聚焦模式 (focal mode)”表示无焦像空间未选中。

当使用无焦模式时，横向、纵向和 MTF 像差都以适合于无焦系统的单位计算。横向像差计算为与

参考光线相关的角度函数（非长度单位）。纵向像差计算为以屈光度（米的倒数）为单位的离焦（而非以长度为单位的离焦）。MTF 计算为每度多少周期（而不是每个长度多少周期）。这种单位的改变在每个分析功能的说明中不会都提到。当使用无焦模式时，用户应知道如果无焦模式被启用，以聚焦单位描述的分析窗口的设置会自动地变为无焦单位。无焦像差可以用各种单位测量，默认是毫弧度 (miliradians)。

为了改变无焦单位的类型，请参阅系统选项部分的“无焦模式单位 (Afocal Mode Units)”。

下表比较了聚焦和无焦系统的分析单位。

聚焦和无焦单位比较

分析类型	有焦单位	无焦单位
横向像差	微米	毫弧度（或其它用户选择的角度单位）
MTF	每毫米周期或每毫弧度周期数	每角度单位周期数
场曲、轴向像差、散光	长度单位	屈光度（米的倒数）
衍射极限艾里斑半径	1.22 λ F（长度），其中 F 是 F/#	1.22 λ / D（角度），其中 D 为出瞳直径

在无焦模式下测量的波前差（或光程差）与在聚焦模式下测量的略有不同。对于无焦系统，光程差 (OPD) 的计算是与参考波长的主光线相垂直的参考平面相关的。如果光程差 (OPD) 是以出瞳作为参考（推荐这样设置）的，那么无焦光程差 (OPD) 是在位于与像面相关的出瞳位置的平面上计算的。如果将光程差 (OPD) 参考设置为绝对，那么光程差 (OPD) 就会参考于像面位置。请注意，除非光束完美平行，否则无焦光程差 (OPD) 参考面位置的改变通常会改变光程差 (OPD) 的值。

有关光程差 (OPD) 参考的更多信息，请参阅系统选项部分中的“参考光程差 (OPD) ”（系统选项的高级部分）。

分析功能中聚焦模式下计算的数据以长度为单位表示离焦，无焦模式下以屈光度为单位表示离焦。注意以屈光度为单位的正的离焦表示像面向透镜靠拢，单位为负表示像面远离透镜。由于这个原因，在相同基本像差下，当从聚焦模式系统切换到无焦模式系统时，分析图将出现左右翻转。

除了单位变化以外，大多数的 OpticStudio 功能在聚焦模式和无焦模式下一样准确。有些功能对于无焦模式没有意义，且如果尝试在无焦模式下分析时，会有错误提示或产生无意义的数据。要优化无焦系统，使用基于角度的默认评价函数，可以参考“选择优化类型 (Selecting the type of optimization)”。

[在更新时迭代求解] (Iterate Solves When Updating)

数据编辑器中的参数求解类型有时需要迭代以便精确地计算。典型地，这包括依靠光线追迹的曲率和厚度解。如边缘光线和主光线这样的典型光线的追迹取决于光瞳的位置。当求解类型值改变时这些光瞳的位置可能改变，这就需要迭代。需要迭代的基本症状为在优化过程中评价函数的值增加或无规律地跳跃。

OpticStudio 一般会探测迭代的需要。然而，如果 OpticStudio 不能自动地迭代时，选择此选项将会迫使迭代在更新透镜数据时对所有的解启动。迭代会减慢计算，特别是优化，所以这个选项应该在需要时打开

[半口径快速计算] (Fast Semi-Diameters)

OpticStudio 计算“自动”半口径来估算在每个表面让所有视场点和波长的光线通过的净孔径。对于共轴系统，这个计算只要追迹每个视场和波长上的两条光线（上下边缘光线），就可精确地完成。

对于共轴系统，OpticStudio 默认对每个视场和波长只追迹这两根在渐晕光瞳“真正”子午面（对于该术语的定义，请参阅“弧矢和子午 (Sagittal and tangential)”）上的光线，然后使用每个面上每根光线的径向坐标去计算所需的半径。

对于一些非共轴系统，最后的估计可能不够精确。通常包括那些边缘和净孔径限制较紧的系统。对于这些系统，除了大量追迹渐晕光瞳中的光线以外，没有通用的办法来精确计算半径。对于这样的系统，应该检查一下半口径的快速计算。

OpticStudio 将会按照要求迭代追迹许多光瞳边沿周围的边缘光线，以便精确地计算每个面的半口径，精度可达 0.01%左右（5 位有效数字）。

但是，当照明面积与表面跨度相比非常大时，则无法准确计算出具有硬边界条件的表面半口径。

具体的光线追迹和用于计算自动半口径值的迭代次数，取决于系统内的入瞳大小和位置。如果其他面被添加、删除或以修改系统入瞳的方式被修改，那么计算特定表面的半口径值可能会发生变化。

迭代速度很慢，因为 OpticStudio 需要不断地更新半口径，尤其在优化时。因此，在计算半口径时，需要在速度和精度之间做出相应的权衡。对于共轴系统，OpticStudio 只有在“半口径快速计算（Fast Semi-Diameters）”选项关闭时才使用速度较慢的迭代算法。

[选择] (on) 如果“半口径快速计算（Fast Semi-Diameters）”选项被勾选，OpticStudio 将只会按照要求对追迹尽可能多的边缘光线，以便估计自动半口径大约 0.01%。该算法开始对 2 根光线进行追迹，然后是 4 根，8 根，16 根光线等等，依此类推，直到半口径的值收敛到预期值的 0.01%内。

这种选择方式主要为共轴系统设计。当对非共轴系统使用该选项时，必须小心谨慎，因为对边缘光线的追迹可能不足以精确估算自动半口径。如果没有检查“半直径快速算法”选项时，半口值发生了巨大的变化，那么它应该是不受约束的。

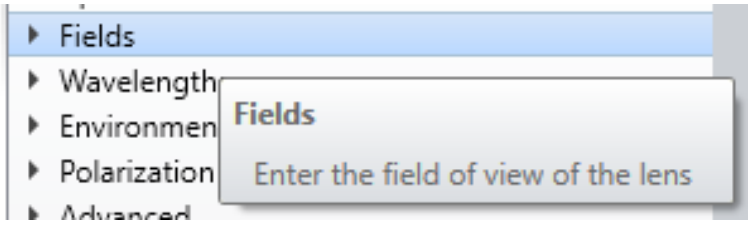
[未选择] (off) 如果“半口径快速计算 (Fast Semi-Diameters)”选项关闭，OpticStudio 将会追迹至少在渐晕光瞳周围的每个视场和波长上的 32 根光线，并且如果需要，将追迹更多光线，直到自动半口径估算到大约 0.01%以内。这种追迹方法比较可靠，但是很慢，且只对于在非共轴系统的半口径值需要非常高的精度时才用。

OpticStudioX 使用的两种用于确定半口径的方法只对某些面是精确的，该面的最大尺寸通过边缘光线的径向坐标确定。这个方法对位于焦平面上的面不起作用。对于焦散面，精确的基于光线的半口径可以用点列图或轨迹分析来计算，然而这个精确水平可能永远不会需要，因为衍射效应显著时，光线不会被模拟。

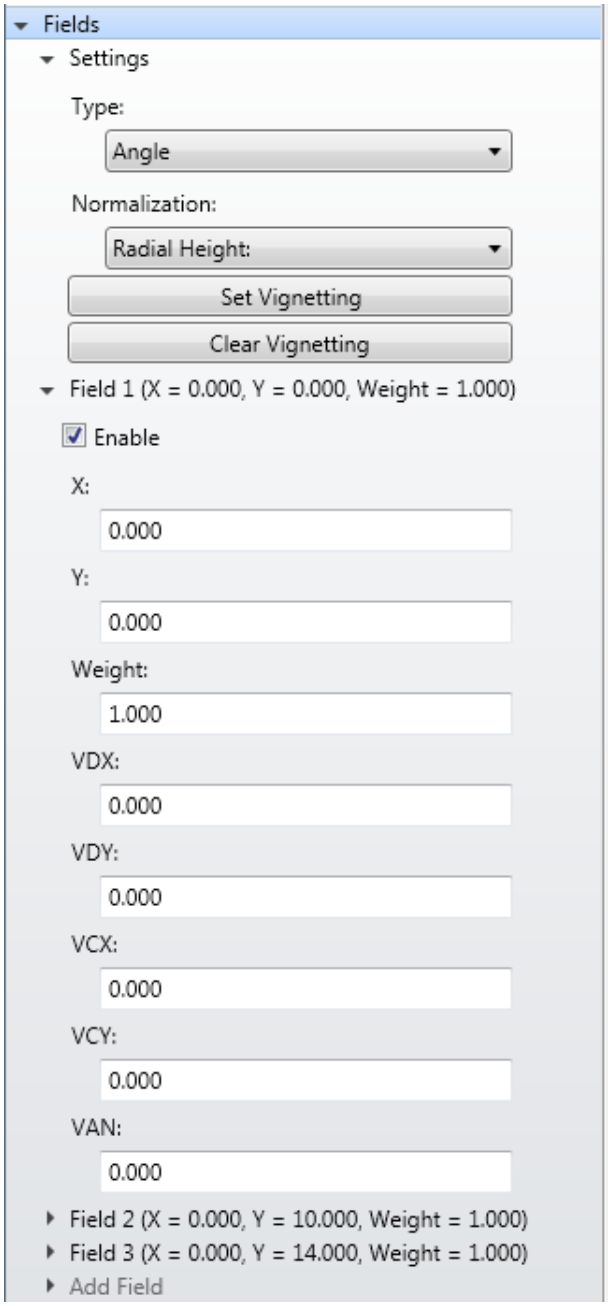
[检查渐变折射率元件口径] (Check GRIN Apertures)

如果选中，这个设定会命令 OpticStudio 对所有面孔径渐晕检查梯度折射率光线追迹。介质内的每个渐变折射率元件追迹都会被检查以观察光线是否已经通过了前表面孔径的边缘。若是，那么光线是渐晕的。如果此设定未选中，那么光线可能传播到前表面上所定义的边缘的外面，只要光线通过了表面的孔径。

[视场] (Fields)



在“系统选项”中可以进行视场设置。此功能用于定义追迹光线视场点的数量、类型和大小。渐晕因子也在此对话框中设置。



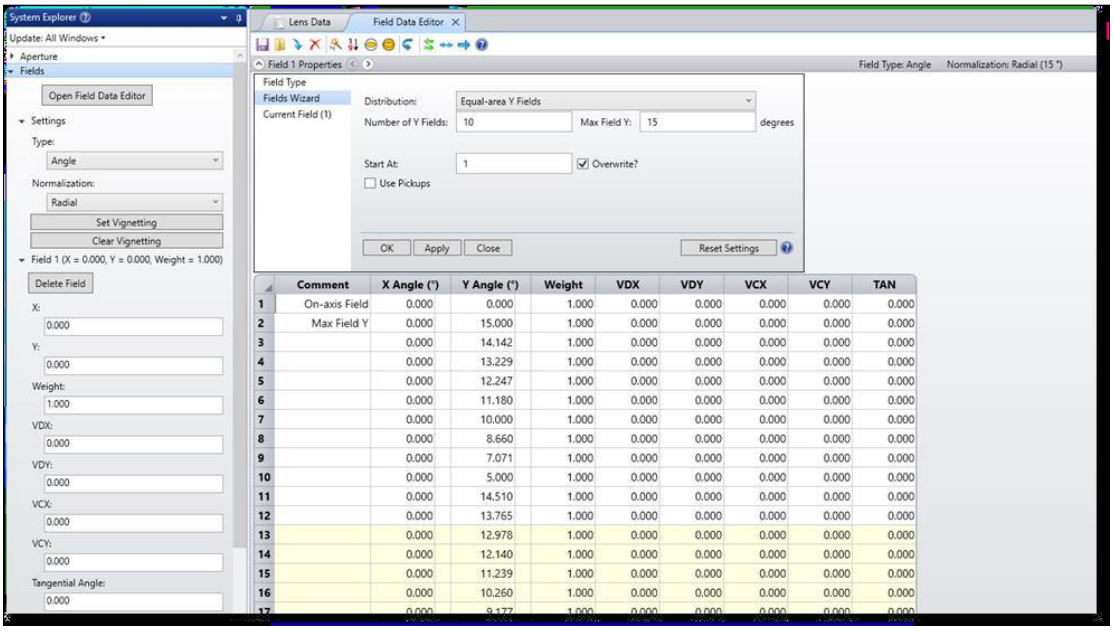
[视场数据编辑器] (Field Data Editor)

通过双击系统选项中的“视场”一栏或单击“打开视场数据编辑器”按钮，可以访问视场数据编

辑器。

视场数据编辑器包含与系统选项视场部分相同的信息和设置。它还包含一些工具，可以自动创建多个不同的视场分布，并转换为另外的视场类型。

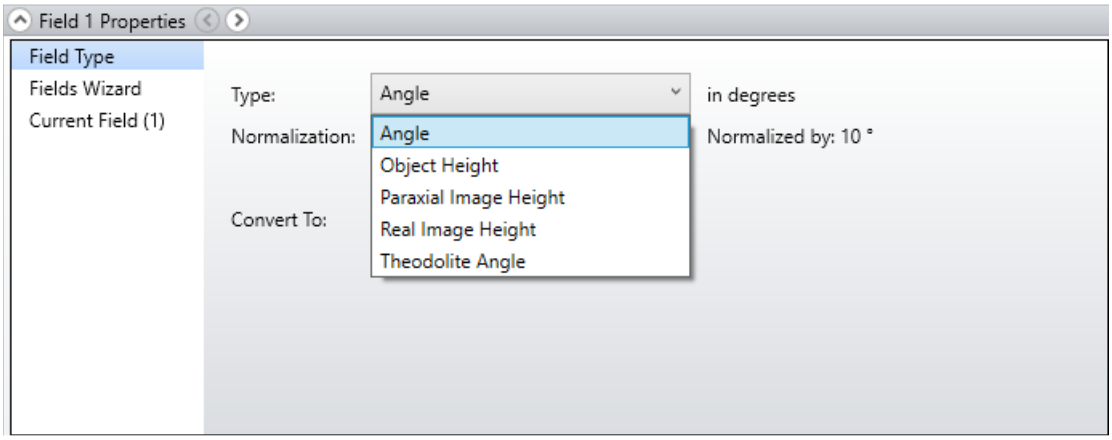
通过双击系统选项中的“视场”一栏或单击“打开视场数据编辑器”按钮，可以访问视场数据编辑器。



[视场类型] (Field Type)

“类型”下拉菜单可以确定视场点。现有的视场类型和相关的类型代码（用于 ZPL 宏文件）定义于下表中。

视场类型	代码
[角度] (Angle)	0
[物高] (Object Height)	1
[近轴像高] (Paraxial Height)	2
[实际像高] (Real Image Height)	3
[经纬角] (Theodolite Angle)	4



[角度] (Angle) 视场角始终以度为单位。角度测量与物方空间 Z 轴和物方空间 Z 轴的近轴入瞳位置有关。正向视场角度是指该方向光线的正斜率，因此需要参照远处物体的负向坐标。

请注意，对于有限共轭系统，光线瞄准功能总是适用于光线的初始角。因此，对于启用光线瞄准功能且使用视场角作为视场类型的有限共轭系统，光线的初始角与系统选项中所设置的角度不同。

[物高] (Object Height) 用镜头单位来测量。

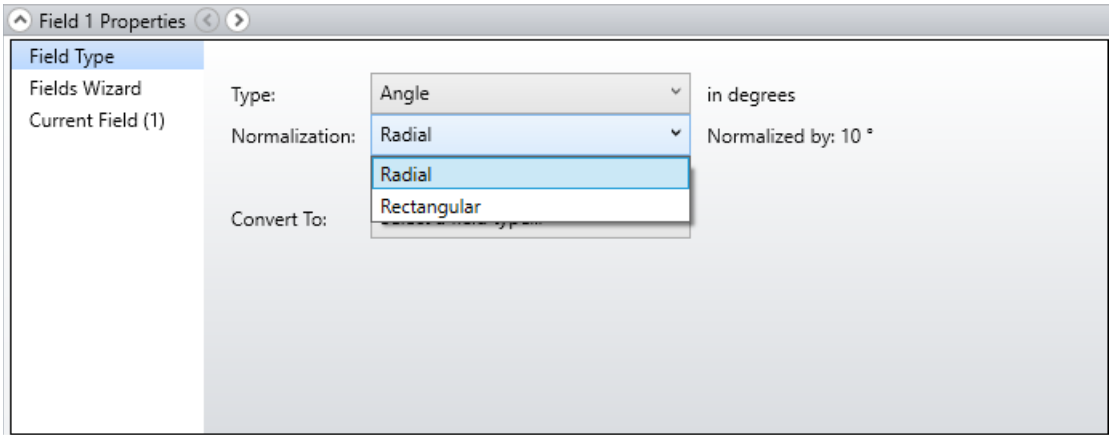
[近轴像高] (Paraxial Height) 用镜头单位来测量。当近轴像高被用作视场定义时，此高度是近轴像面上的主波长主光线的近轴像的坐标，如果光学系统有畸变，那么真实的主光线将位于不同的位置。

[实际像高] (Real Image Height) 用镜头单位来测量。当实际像高被用作视场定义时，此高度是像面上的主波长主光线的实际光线的坐标。

[经纬角] (Theodolite Angle) 方位角 θ 和仰角 φ 极角，以度为单位。这些角度通常用于测量和天文学。经纬角(θ, φ)和矩形角(θ_x, θ_y)之间的关系为：

$\theta x = -1.0 * \theta$
$\theta y = \arctan(\tan(-1.0 * \varphi)/\cos(-1.0 * \theta))$

[归一化] (Normalization)



[径向] (Radial Height) 如果视场归一化为径向，那么归一化视场坐标表示单位圆上的点。这个称为最大径向视场的单位圆的半径，是根据视场坐标中距离原点最远的视场点的半径来确定的。然后最大径向视场用于将所有视场缩放到归一化视场坐标。

[矩形] (Rectangular) 如果视场归一化为矩形，那么归一化视场坐标表示单位矩形上的点。这个单位矩形的 x 和 y 方向的宽度称为最大 x 视场和最大 y 视场，这是通过所有 x 和 y 视场坐标的最大绝对值来定义的。然后最大 x 视场和最大 y 视场用于将所有视场缩放到归一化视场坐标。

[转换为] (Convert To) 将存在的视场数据从当前视场类型转换为新的视场类型。例如，如果使用“角度”类型输入数据，转换为“物高”类型的话，则需将视场类型更改为“物高”，然后重新计算每个视场点的数据，这样每个视场的物理大小和位置都不会发生变化。

有个例外：不允许将无穷远物距的“物高”进行视场转换。如果在系统选项的孔径部分检查“无焦像空间”，那么在将视场转换到“实际像高”或“近轴像高”时，必须小心谨慎。无焦系统的像高将在系统的最后一个表面进行计算，如果这个表面靠近入瞳，则可能不会产生有效的结果。

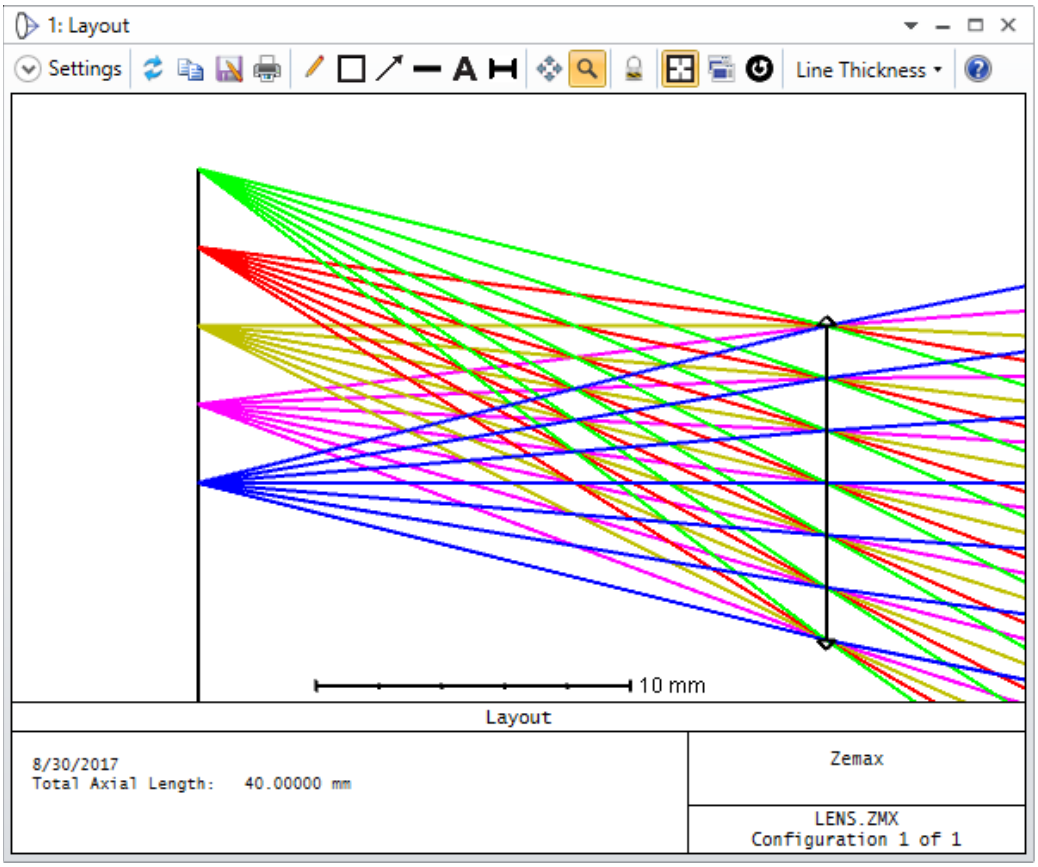
[视场向导] (Fields Wizard)

根据以下切趾类型，视场向导可自动创建视场分布。

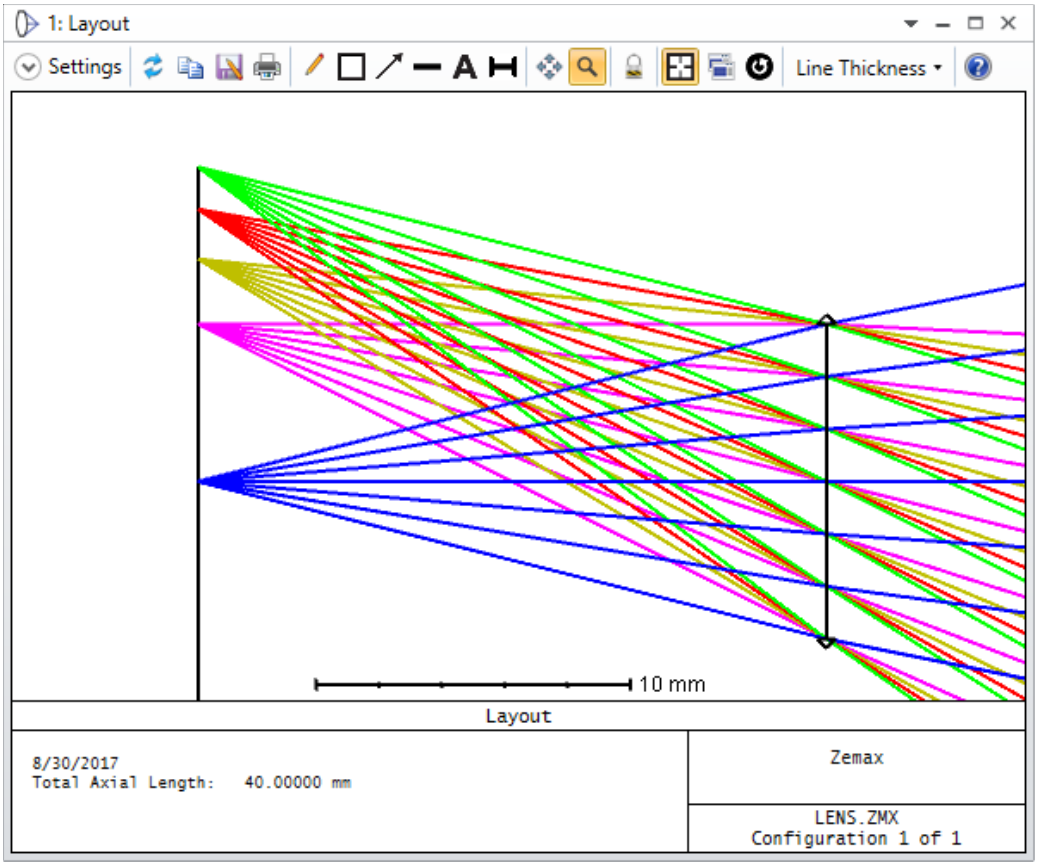
均等 Y 视场	利用定义的最大视场Y生成等距的Y视场
等面积 Y 视场	利用定义的最大视场Y生成等面积的

	Y视场
均等 X 视场	利用定义的最大视场X生成等距的X视场
等面积 X 视场	利用定义的最大视场X生成等面积的X视场
网格	利用定义的最大视场X和最大视场Y，创建等距的视场网格
均等径向视场	就像均等的Y视场一样，±X和±Y视场也是均等的
等面积径向视场	就像等面积的Y视场一样，±X和±Y也是等面积的

等距视场定义为沿一条直线上相等的间隔点。



等面积视场定义为半径相等的同心圆所需要的 y 高度等于相等面积的视场点的值。



[起始行] (Start At) 该选项用于在视场数据编辑器中的特定位置添加视场向导创建的视场。

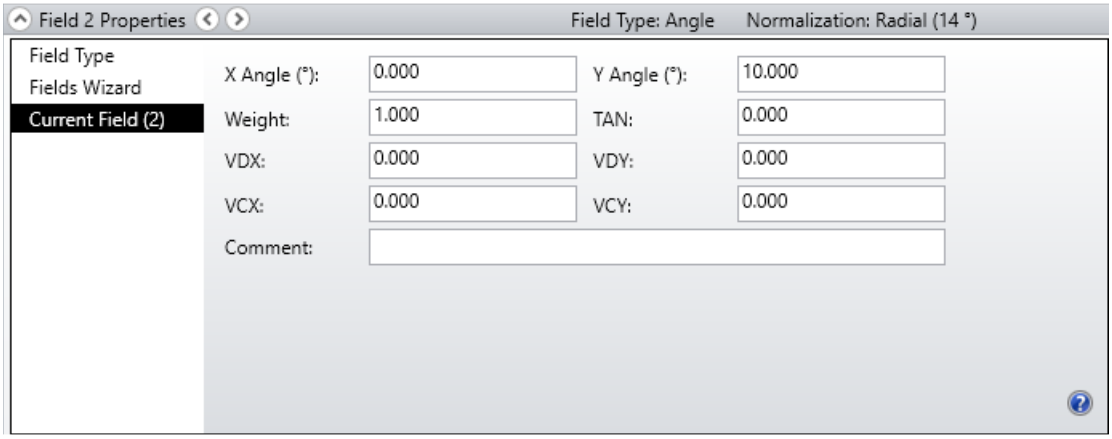
[覆盖] (Overwrite) 当创建新的视场分布时，请检查这个对话框来覆盖当前的视场点。注意：如果新的视场分布包含的视场少于当前定义的视场，那么将保留额外的视场。

[使用拾取] (Use Pickups) 当使用视场向导时，请检查这个对话框，以自动地对每个视场应用拾取。这些拾取的结果将参考最大视场，并保持它们的相对缩放。

保存和加载按钮用于从镜头数据中独立地存储和检索视场数据。文件格式是文本，该文本可以在 OpticStudio 之外编辑或创建。

可能视场中的编号:
标准= 12
专业= 50
额外= 2025

[当前视场] (Current Field)



当前视场选项卡允许您编辑参数，该参数在视场数据编辑器或系统选项中可以找到。这些参数将显示在当前所选择的视场中，并表示为 X 和 Y 视场值、视场权重、渐晕因子和视场注释。

这些渐晕因子被定义为 VDX、VDY、VCX、VCN 和 TAN。这些因子代表了 x 偏心，y 偏心，x 压缩，y 压缩，以及切角。想了解更多关于渐晕的信息，请参阅“约定和定义 (Conventions and Definitions)”下的“渐晕因子 (Vignetting factors)”。

[渐晕] (Vignetting)

[设置渐晕] (Set Vignetting) 将重新计算当前镜头数据下每个视场的渐晕因子。渐晕因子(VDX、VDY、VCX、VCY)是用来描述不同视场位置的表面入瞳大小和位置的系数。如果系统中没有任何渐晕，那么应保留渐晕因子为零。渐晕因子在“规约和定义”下的“渐晕因子”中进行了详细的说明。设置渐晕算法来估算渐晕偏心和压缩因子，以便使入瞳的顶部、底部、左侧和右侧边缘的四条边缘光线在每个面的孔径内都能通过，这仅仅使用主波长。

[清除渐晕] (Clear Vignetting) 清除渐晕因子以恢复到默认值为 0。

该算法通过发出经过光瞳的网格光束来开始运算。在每个有面孔径的表面上，对光线进行测试，看它能否从指定的孔径内部通过。然后，使用通过所有面的所有光线计算无渐晕光瞳质心。最后，使用迭代方法计算无渐晕光瞳的边缘，大约精确到 0.001%。

这种算法不是在所有情况下都能起作用。对于设置渐晕算法失败的系统，需要手动调整渐晕因子。

可以通过用追迹少量边缘光线方法来检测设置渐晕运算的精度。

请参阅“规约和定义”下的“渐晕因子”。

[视场数据编辑器工具栏] (Field Data Editor Toolbar)



视场数据编辑器工具栏中的按钮（从左到右）如下所示。

[保存视场] (Save Fields) 将当前的视场数据保存在一个*.FLD 文件中。只有在将视场数据加载到另一个镜头文件中时，才需要这个步骤。OpticStudio 在保存镜头文件时，自动将视场数据存储在镜头文件中。

[载入视场] (Load Fields) 载入之前存储在*.FLD 文件中的视场数据，当前的视场数据将会被毁坏。

[插入视场] (Insert Fields) 插入先前存储在*.FLD 文件中的视场数据，选择要插入的视场数据和要插入的文件，当前存在的视场数据会被保留。

[删除所有视场] (Delete All Fields) 在视场数据编辑器中删除所有的视场数据。

[视场向导] (Fields Wizard) 打开“视场向导”工具栏，以最常见的要去设置视场数据编辑器，之后便可编辑。

[排列视场] (Sort Fields) 按指定的顺序对视场进行排列。

[设置所有渐晕] (Set All Vignetting) 自动设置所有的渐晕因子。参考“渐晕”。

[清除所有渐晕] (Clear All Vignetting) 自动清除所有的渐晕因子。参考“渐晕”。

[转到行] (Go to Row) 转到指定的行列。

[默认列序] (Reset Column Order) 将列序重新设置为默认设置（参见“编辑器”）。

[默认列宽] (Reset Column Widths) 将列宽设置为标准大小（参见“编辑器”）。

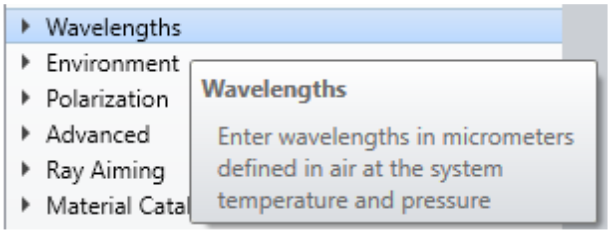
[自动列宽] (Automatic Width) 分别设置每列的宽度，以充分显示其内容和标题。

[帮助] (Help) 打开帮助系统。

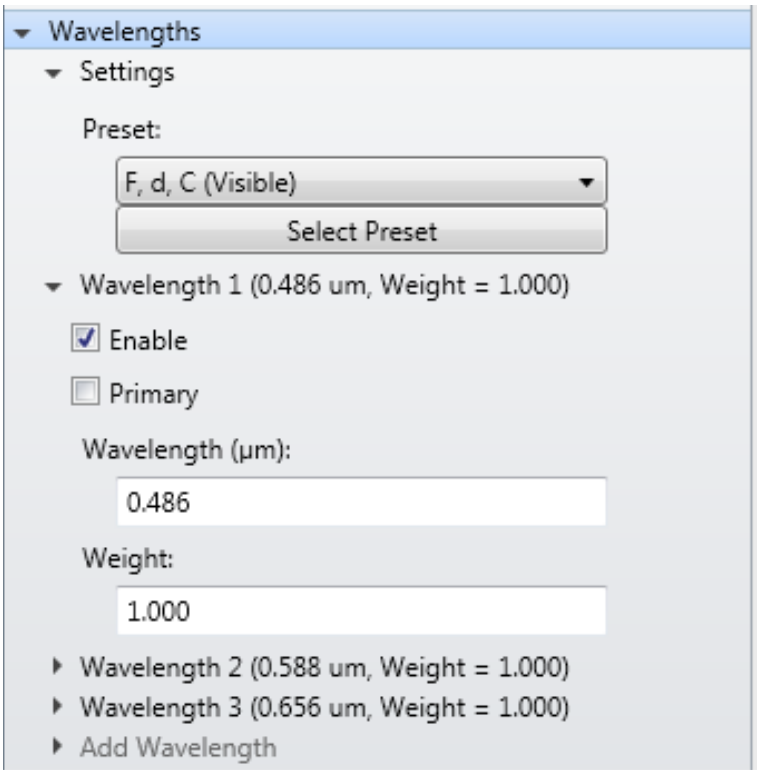
[定义广角视场] (Defining Wide-Angle Fields)

OpticStudio 假设轴上(0,0)物空间视场位于光学系统的视场范围内。建议设置该视场时，定义为视场的中心。有时由于各种原因，可以将光学系统定义在离轴视场的中心。但要注意的是，如果通过系统无法追迹轴上(0,0)物空间视场，则对于所有视场可能会出现光线追迹错误。在这种情况下，OpticStudio 将在系统检查报告中发出错误，指出“光线失败”。如果发生这种情况，解决的办法是重新定义系统，使轴上(0,0)视场靠近中心，或者至少在视场内。

[波长] (Wavelengths)



在系统选项中可以进行波长设置。



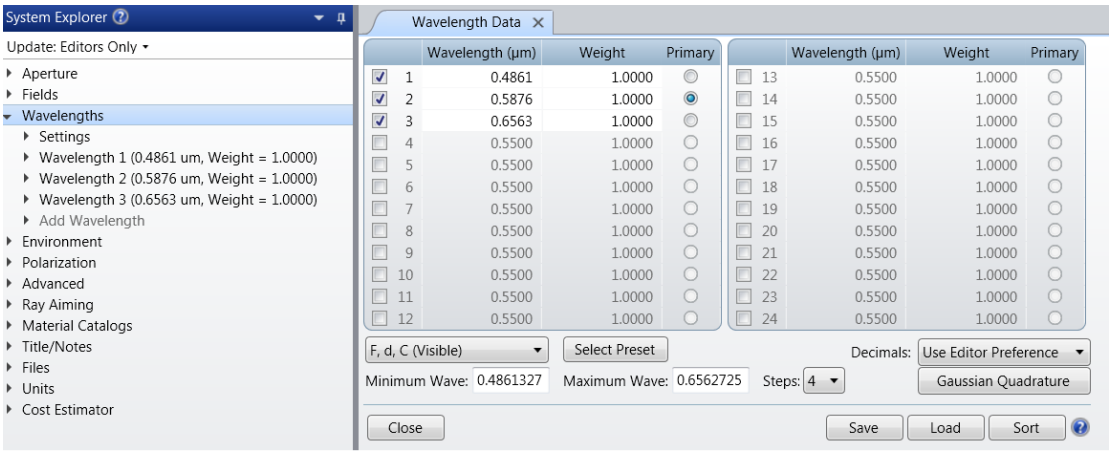
设置:

波长对话框用于设置波长、权因子和主波长。这些按钮可用于激活或取消波长，并对数据进行排列、保存和导入。此外，还包括常用的波长列表。要使用列表中的项目，选择所需的波长，然后单击“选择预置”按钮。

波长数据一般用微米表示，并以当前系统空气温度和压力为参考。默认系统温度为 20 摄氏度，默认空气压力为 1 个大气压。如果调整了系统的温度和压力，或者在多重结构操作数的控制下，必须注意调整波长以适应新的温度和压力有关更多信息，请参阅“约定和定义”中的“波长数据”。

[波长数据编辑器] (Wavelength Data Editor)

通过双击系统选项中的“波长”栏，可以访问波长数据编辑器。

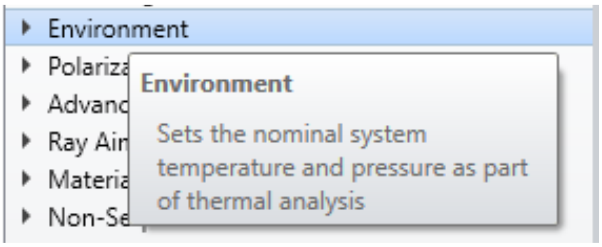


波长数据编辑器包含与系统选项的波长部分相同的信息和设置，但同时也包含一个使用高斯求积算法来选择波长的按钮。该算法提供了一种用于优化受宽带源约束的光学系统的最有效的波长和权重的选择。要使用这种方法，选择波长编号（从 2 到 12 的任何偶数），输入波长范围（以微米为单位），然后单击“高斯求积”按钮。此处使用的算法在 B.J.Bauman 和 H. Xiao 合著的“光学设计与非圆形入瞳和视场以及广泛波长的高斯求积”中有描述，Proc.SPIE，第 7652 卷，p76522S-1（2010 年）。有关此算法效率的详细信息，请参阅标题为“对模型 A 广谱使用高斯求积”的知识库文章。

小数按钮用于设置显示波长和权重的小数位数。如果选择了使用编辑器配置选项，那么所显示的小数等于项目配置选项中编辑器选项卡中的小数。如果选择了使用全局配置选项，那么显示的小数由项目配置选项中的常规选项卡的有效数字设置控制。

保存和导入按钮用于独立地从镜头数据中保存和重新调出波长数据。文件格式是文本，该文本可以在 OpticStudio 之外编辑或创建。

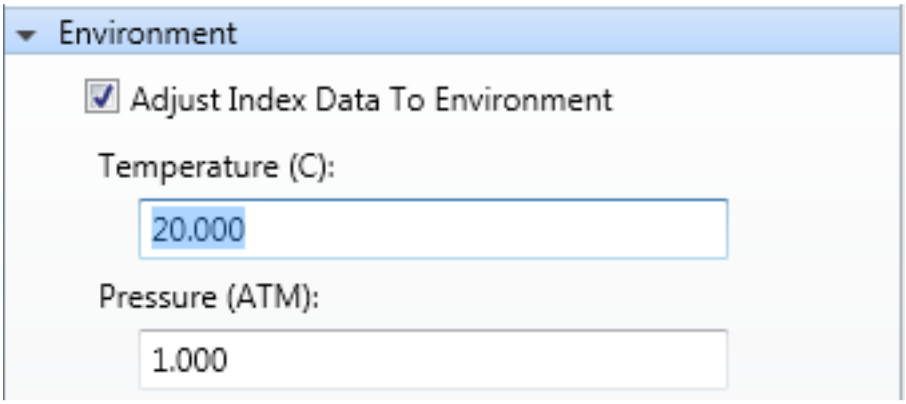
[环境] (Environment)



在系统选项中可设置环境，此标签能定义系统温度和压力。注意波长总是以微米为单位，参考在

系统的温度和压力中的空气。如果系统温度和压力发生改变，应注意调整波长的定义以便匹配新环境。

更多信息请参阅“波长 (Wavelength)”和“热分析 (THERMAL ANALYSIS)”。关于更多更改单个面的温度和压力的信息，请参见“在单个结构中定义多个环境 (Defining multiple environments within a single configuration)”。



设置:

[折射率数据与环境匹配] (Adjust Index Data To Environment) 如果选中，所有用于光线追迹的折射率数据将会从玻璃栏中的值调整为与系统温度和压力相关。有关详细信息，请参阅“折射率的计算 (Index of refraction computation)”。个别面的压力和温度与系统的温度和压力不一样；对于这些面，折射率数据将会被调整以反映表面环境。

如果没选中，所有的折射率数据将会直接使用玻璃库中的，不会对温度、压力所定义的不同温度下的玻璃数据的差异作出调整。如果此选择框未被选中，且任意玻璃的参考温度与系统温度之差超过 6 摄氏度，则会在命令数据报告的折射率部分列出警告（参阅命令数据报告（报告组，分析标签，序列用户界面模式））。注意当折射率调整选择框未被选中时，系统的温度和压力分别设置为 20 摄氏度和 1.0 个标准大气压，因此所有的折射率必定与环境有关。

这儿极力推荐将“根据环境调整折射率数据 (Adjust Index Data To Envionment)”选择框选中。只要所有的折射率都恰当地定义了，一直将此开关打开没有任何坏处。

[温度(C)] (Temperature (C)) 系统温度是摄氏度。

[压力(ATM)] (Pressure (ATM)) 系统空气压力是大气压，0.0 表示真空，1.0 表示海平面。

[光学系统的热分析] (Thermal Analysis of Optical Systems)

温度和压力等环境因素会影响光学系统的性能。需要考虑三个主要因素。第一，玻璃的折射率取决于温度和波长；在空气中测量的相对折射率会随着压力的变化而变化。第二，玻璃会随温度的变化膨胀或收缩，这可以改变透镜的半径、厚度或其它尺寸。第三，透镜之间的间距可能会因为安装材料的膨胀和收缩而发生变化。

OpticStudio 的热分析功能可以考虑到所有这些影响。通过考虑热效应，OpticStudio 可以用来分析和优化任意特定温度或温度范围的设计。

色散公式给出的折射率参考了特定的温度和压力，通常为 20 或 25 摄氏度（取决于制造商）和 1 个标准大气压。此外，折射率按照惯例参考了空气中的温度和压力，这意味着空气具有统一的折射率。参考空气的折射率称为相对折射率。如果折射率是参考真空（确实具有统一折射率）的话，则该折射率称为绝对折射率。对于任何玻璃来说，这两种参考之间的不同是指波长、温度和压力不同。

[定义温度和压力] (Defining Temperature and Pressure)

用于定义环境而提供的两个值：系统温度（以摄氏度为单位）和测量的气压（以标准大气压为单位）。这两个值可以在“系统选项”的“环境”部分下的对话框中设置。默认情况下，可以对光学系统中的所有表面定义任意的温度和压力。而且，也可以在同一系统中定义需要多个温度的光学系统。这对于在不同压力（如真空）或在温度比系统环境低或高的区域中含有透镜的光学系统来说，还是很有必要的。

[定义波长] (Defining Wavelengths)

波长数据始终是参照系统温度和压力中的“空气”来测量的（以微米为单位）。默认的系统温度是 20 摄氏度，默认的气压是 1.0 个标准大气压。如果系统温度和/或压力被修改，或是在多重结构操作数的控制之下，请确保要根据新的空气温度/压力来调整波长。

波长数据在系统选项的“波长数据”部分中输入；有关详细信息，请参阅“波长”。

[折射率的计算] (Index of Refraction Computation)

OpticStudio 总是使用相对折射率，而不是绝对折射率。考虑相对折射率的一种方法是，在系统温度和压力下，始终将所有波长的“空气”（通过玻璃栏中的空白条表示）的折射率正好定义为 1.0。而在其它温度和压力下，空气和玻璃相对归一化到 1.0。

OpticStudio 计算相对折射率需要执行多个步骤。计算每个波长的各种玻璃类型的折射率的基本步骤是:

-在玻璃的参考温度和 1.0 标准大气压的压力下，根据空气缩放波长。

-根据色散公式，计算参考温度下玻璃的相对折射率。

-在玻璃的参考温度下，计算空气的折射率。

-在玻璃的参考温度下，计算玻璃的绝对折射率（相对于真空）。

-计算表面温度下，玻璃的绝对折射率变化。

-计算系统温度和压力下，空气的折射率。

-计算系统温度和压力下，玻璃相对于空气的折射率。

相对于系统温度和压力中的空气，表面温度和压力中玻璃的折射率，是通过 OpticStudio 进行光线追迹的结果。按照同样的方法可以得到组成空气表面的折射率。这意味着，空气表面在与系统温度和压力不同的温度和压力下，具有较低或较高的折射率。例如，如果系统压力为 1.0 个大气压，并将其中一个空气表面的压力设置为 0.0，那么这个空气表面的折射率将大约为 0.99973。如果系统压力为 0.0，且空气部分的压力为 1.0 个大气压，那么该表面的折射率将大约为 1.00027。请记住，在将系统温度和压力中空气的定义为 1.0 个大气压时，所有其它指数均为相对值。

还要注意的是，OpticStudio 可以通过将气压更改为零的方式，在真空中轻松地对使用的系统进行建模。如果只有一部分表面处于真空状态，那么可以在多重结构编辑器中使用 TEMP 和 PRES 命令来进行设置。

对于玻璃的折射率，OpticStudio 使用了存储在玻璃库中的色散公式和数据。有关详细信息，请参阅“玻璃库数据说明”。对于空气的折射率，OpticStudio 使用以下公式：

$$n_{air} = 1 + \frac{(n_{ref} - 1)P}{1.0 + (T - 15) \cdot (3.4785 \times 10^{-3})}$$

其中

$$n_{ref} = 1 + \left[6432.8 + \frac{2949810\lambda^2}{146\lambda^2 - 1} + \frac{25540\lambda^2}{41\lambda^2 - 1} \right] 1.0 \times 10^{-8},$$

T 为摄氏温度，P 为相对气压(无量纲)，并以微米为单位进行测量。计算空气折射率的这个公式在 F. Kohlrausch 所著的《实用物理学》（1968 年）第 1 卷，第 408 页中有描述到。玻璃的绝对折射率会随着由以下表达式给出的温度的变化而变化：

$$\Delta n_{abs} = \frac{n^2 - 1}{2n} \left[D_0 \Delta T + D_1 \Delta T^2 + D_2 \Delta T^3 + \frac{E_0 \Delta T + E_1 \Delta T^2}{\lambda^2 - S_{tk} \lambda_{tk}^2} \right]$$

其中 n 为玻璃参考温度下的相对折射率；ΔT 为温度相对于玻璃参考温度的变化（如果温度高于玻璃的参考温度，则ΔT 为正数）；D0 、D1 、D2 、E0 、E1 和 λtk 均为玻璃制造商提供的系数，用于描述玻璃的热特性；Stk 是 λtk 常量的符号（即：如果 λtk 为正数，Stk = 1；如果 λtk 为负数，Stk = -1）。适用于玻璃折射率变化的这种模型由 Schott Glass Technologies 公司研发。

在玻璃库中提供用于进行计算的这六个系数均必须有效。所有六个系数的默认值为零，可以得出折射率的变化为零；因此，如果没有将任何热数据添加到玻璃库，则无需考虑任何热效应。如果不使用提供的六个系数，OpticStudio 将无法计算任何玻璃类型的热折射率变化。但是，可以使用一部分近似值（如果六个系数均不可用）。有关详细信息，请参阅“添加热折射率变化数据”部分。

[环境对渐变折射率、MIL 数和模型玻璃折射率的影响]

(Environmental Effects on Index for Gradient Index, MIL Number, and Model Glasses)

OpticStudio 仅部分考虑了环境对渐变折射率表面、MIL 数玻璃或模型玻璃的折射率的影响，这些指标只能通过折射率和阿贝数来描述。考虑到在系统温度和压力下周围空气的折射率发生了变化，利用这些方法将计算出的相对折射率进行了调整。但是，不会考虑这些玻璃的绝对折射率随温度

和压力的变化，因为没有为这些玻璃类型定义任何的“dn/dT”数据。但是，可以使用多重结构编辑器手动定义多个环境之间属性的变化

[定义多重温度和压力值] (Defining Multiple Temperature and Pressure Values)

要在特定的温度和压力中分析或优化整个透镜，则需要在“环境”中描述的“通用数据”对话框中的“环境”选项卡中定义相关数据。然后假设所有的半径和厚度的数据都是在该温度下测量的，并且 OpticStudio 会相应地计算出折射率。然而，当必须在多个环境中对透镜进行分析或优化时，就要考虑到热分析特性的真实光焦度，如各种温度范围或不同高度（或两者都有）。这些透镜系统就会带来一些新的问题：

必须提供一种指定测量半径和厚度的标称温度的方法。

随着环境的变化，折射率、半径和厚度的变化也必须考虑在内。

必须考虑到安装材料的热效应。

有些表面可能处于某种温度或压力中，而另一些表面则可能处于不同的温度或压力中。

OpticStudio 能胜任这项工作，尤其注重细节。设置多个环境透镜的基本方法是：

在一些标称温度和压力下定义透镜，这应该要在制造透镜的环境中进行的。将只在此温度和压力中指定所有的半径和厚度的数据。

现在使用多重结构功能定义其它结构（参阅“多重结构”）。在每个其它结构中，将指定温度和压力，并使用称为“热拾取求解”的特殊求解方式来调整每个结构的半径和厚度。用于控制温度和压力的多重结构操作数为 TEMP 和 PRES。

TCE 表示热膨胀系数。当玻璃元件改变温度后，由表达式 $L' = L(1 + \alpha\Delta T)$ 给出的尺寸也会发生线性变化，其中 L 为线性尺寸，α 为 TCE，ΔT 为温度的变化。当材料膨胀时，曲率半径也会变大。因此，玻璃表面的厚度和半径也会随温度呈线性变化。线性的假设仅仅是一个近似，但非常适合用于估算大多数材料和温度的范围。

除了玻璃库中的玻璃色散数据以外，还必须定义 TCE 系数。有关 TCE 数据的详细信息，请参阅“使用材料库”。

[定义考虑热效应的参数] (Defining Which Parameters Consider Thermal Effects)

在多重结构编辑器中，有一种特殊的求解方式称为热拾取。根据相对于“参考”结构的新结构的温度和压力，该拾取求解用来计算多重结构参数的新值，热拾取求解仅仅影响某些类型的多重结构值的数据，如下所述。

[曲率半径(CRVT)值] (Radius of Curvature (CRVT) Values)

如果多重结构操作数为 CRVT，那么根据名义结构的曲率、两个结构之间的温度差和该材料的 TCE 来计算此结构的表面曲率。

如果在玻璃库中指定了表面的玻璃类型（如 BK7 或 F2），那么就使用库中的 TCE。如果玻璃类型为空气（空白输入）或“反射镜”，那么有两种可能性：如果前一个表面玻璃类型为库玻璃，则使用该玻璃的 TCE；否则，将使用在 TCE 列中输入的 TCE 值。这些规则有一个重要的后果：如果元件为双胶合透镜，则第一个面的 TCE 将为第一个玻璃的 TCE，而第二和第三个表面的 TCE 将为第二个玻璃的 TCE。OpticStudio 忽略了在常见表面上引起的 “压力”。此假设在很大的温度范围内可能是不准确的。被空气包围的镜面使用 TCE 列中的 TCE，这里假设玻璃前面的镜面是用同样的玻璃制成，因此使用前面玻璃的 TCE。

[厚度(THIC)值] (Thickness (THIC) Values)

如果操作数为 THIC，则有两种可能性。第一种如果表面由库玻璃构成，那么就使用该玻璃的 TCE。否则，将使用在表面的 TCE 列中指定的 TCE。TCE 列用于输入用来制造安装材料的用户自定义的 TCE 数据。还有另一种可能：如果表面不是由库玻璃构成，那么应沿着从表面的边缘延伸到下一个表面的边缘的材料长度来计算热膨胀。由于材料是沿着边缘长度膨胀的，而不是中心厚度，这样计算更准确。

请注意，每个表面的机械半直径决定了边缘厚度。

例如，假设两个透镜由中心厚度间距为 80mm 的铝隔开。如果起始面（第一个透镜的后表面）的矢高为-5mm，第二个表面（第二个透镜的前表面）的矢高为 8mm，则总边缘厚度为 93mm。如果铝的 TCE 为 23.50 E-6，那么在+20 度的温度变化下，边缘厚度将从 93mm 变成 93.0437mm。如果忽略间隔物的直径变化和两个透镜面的矢高变化（实际上，OpticStudio 会同时考虑这两种影响，但为了简单起见此处忽略它们），那么中心厚度将变成 80.0437mm。请注意，这是一个不同的膨胀

量（如果计算已经只考虑中心厚度）。

因为沿边缘膨胀需要考虑相邻表面的半径变化，甚至对于值为 0.0 的 TCE 也会导致厚度发生变化（如果半径变化）。要关闭厚度的热膨胀，请不要使用值为 0.0 的 TCE，而是完全删除热拾取求解。

[热参数值] (Thermal Parameter Values)

参数值的热拾取求解属性取决于参数编号和表面类型。如果将参数解释为具有长度单位，则执行相应的缩放，就像前面描述的曲率半径一样。如果单位是长度的幂（如长度的平方或长度的倒数），则也执行相应的缩放。否则，热拾取求解忽略热效应，并拾取名义结构中的值。

[热附加数值] (Thermal Extra Data Values)

附加数值的热拾取求解属性取决于表面类型。通常，只需要缩放“归一化半径”。由于热膨胀可以看作是长度的缩放，因此缩放很方便。由于大多数附加数据表面使用的是无量纲系数，所以只需要缩放归一化半径。这对于二元光学和多项式非球面来说同样有效。对于不使用归一化半径的附加数据表面类型，热拾取求解忽略热效应，并拾取名义结构中的值。

使用参数或附加数据的特殊表面类型（如多项式非球面、二元光学、全息图和其它表面），需要有手动添加到多重结构编辑器的操作数和热拾取求解方式；自动热设置工具不会自动添加这些操作数。

[所有其他值] (All Other Values)

所有其它值均为直接拾取求解，并且值与名义结构中的值相同。忽略热效应。

[在单个结构中定义多个环境] (Defining Multiple Environments within a Single Configuration)

有时需要在不同的温度和压压力中拥有光学系统的不同零件。请注意，这与多重结构之间不同环

境中的整个系统不同。

表面组可以使用 TEMP 和 PRES 多重结构操作数来分配自己的温度和压力，即使只定义了一个结构。关键是每个 TEMP 和 PRES 操作数都可以为跟在多重结构编辑器后的所有操作数定义环境。编辑器中列出的最后一个 TEMP 和 PRES 操作数用于定义“全局”环境，这将适用于在多重结构编辑器未列出的所有数据。

例如，假设一个光学系统模型需要表面 1-5 在 20 摄氏度的温度下，而表面 6-10 在 50 摄氏度的温度下。列出的第一个操作数应为 TEMP（此叙述同样适用于 PRES），用于定义 50 摄氏度的初始环境。

表面 6-10 中所有的曲率、厚度、光学和机械半直径、延伸区、玻璃和其他值，都应该在 TEMP 操作数后面列出来。

然后，列表应以另一个 TEMP 操作数结束，这个操作数定义了 20 摄氏度的“全局”环境。在每个表面的各自温度（和/或压力）下对得到的系统进行评估。

请务必了解以下两个基本规则：

1. 跟在 TEMP 或 PRES 操作数后的所有多重结构编辑器操作数都是在该温度或压力中求解的。

2. 多重结构编辑器中列出的最后一个 TEMP 和 PRES 操作数，用于为所有其它镜头数据定义温度和压力，不管它们在或不在多重结构编辑器中。

到目前为止，设置一个复杂的多环境透镜的最重要的一步是仔细检查设置。执行此操作的两个最好的工具是报告中的折射率数据和多重结构数据表。此表列出了每种玻璃类型的温度和压力，以及热拾取关系。

检查每个参数的热拾取求解也是一个好的想法；应该至少手动去验证部分数据，以确保正在使用的温度范围和膨胀均正确。

[自动热设置] (Automatic Thermal Setup)

一种用于热分析的自动设置透镜的工具，在“热分析”中描述过。

[添加 TCE 数据] (Adding TCE data)

可以使用两种类型的 TCE 数据。对于使用在其中一个库（如 Schott 库中的 BK7）中名为玻璃类型的表面，OpticStudio 使用在库中指定的 TCE 数据。有关热膨胀系数 α 的说明，请参阅使用材料库。

如果表面不使用库玻璃，则直接从镜头数据编辑器中的 TCE 列中提取 TCE 值。TCE 列是电子表格中的最后一列，位于参数列的右侧。

以每摄氏度 1E-06 为单位来测量 TCE。因此，可以将每摄氏度 23.50 E-06 的值作为 23.5 输入。在计算热效应时 OpticStudio 会自动考虑 1E-6 因子。

[对气体和液体进行建模(环境)] (Modeling Gases and Liquids (environment))

一旦材料在玻璃库中被定义了，OpticStudio 将使用该材料指定的 TCE，来确定使用该材料表面的半径热膨胀值、中心厚度和其他值。但是，如果材料不是固体，而是气体或液体，那么通常热膨胀不是由材料的属性决定的，而是由安装材料的边缘厚度决定。

在这种特殊情况下，OpticStudio 需要使用镜头数据编辑器中提供的 TCE，而不是玻璃库中提供的 TCE，来定义安装材料的属性。这可以通过在玻璃库中设置“忽略热膨胀”开关来实现。

[添加热折射率变化数据] (Adding Thermal Index Variation Data)

利用之前给出的多项表达式，随着温度、气压和波长而产生的折射率变化能为任何玻璃进行建模。该表达式需要六个系数来定义温度和波长，具体取决于绝对折射率的变化。通常情况下，对于用户所添加的材料来说，描述变化的这六个系数是不可用的。但是，大多数玻璃库中至少包含了一个随温度变化的折射率变化比率的线性近似值，这个值称为 dn/dT。如果唯一可用的数据为单个 dn/dT，那么就可以假设一般表达式中所有系数（除 D_0 以外）的近似值都为零：

$$\Delta n_{abs} = \frac{n^2 - 1}{2n}[D_0 \Delta T],$$

这意味着 D_0 的合理的近似值由以下公式给出：

$$D_0 = \frac{2n}{n^2 - 1}\frac{dn}{dt}.$$

需要计算 D_0 并输入到玻璃库中。在玻璃的参考温度下测量的中心波长的相对折射率是指数 n 的一个适当值。请之后务必要检查在不同波长和温度下计算的折射率值，以确保这个值是一个适当的近似值。要注意的是，dn/dT 值是绝对值，而不是相对值。

使用单个 dn/dT 值来估算 D_0 项只是一个粗略的近似。随温度变化的实际折射率在任何延伸的波长或温度范围内不可能是线性的。因此，当只使用单个 dn/dT 值时应需格外谨慎，并且有理由保持怀疑态度。

优化无热化镜头 Optimizing Athermal Lenses

要优化无热化镜头，首先要使用前面部分中所述的方法，来定义在各种温度下模拟镜头所需要的多重结构。然后，仅在名义结构中定义优化的变量。例如，假设名义结构为编号 1，则可以使用每个曲率和厚度的热拾取求解方式来定义结构 2、3 和 4。在名义结构变量中仅使用曲率和厚度。

另外，也可以优化镜头组间的间距材料的 TCE。为此，需要设置镜头数据编辑器的 TCE 列中值的变量。

[热分析限制] (Limitations of Thermal Analysis)

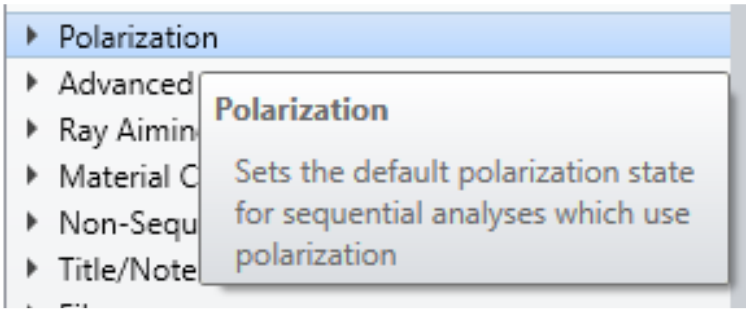
对于 OpticStudio 热分析功能的准确性存在几种限制。首先，应该在使用的整个温度范围内检查 TCE 数据的准确性。此外，还应该由所使用玻璃的制造商来验证折射率系数。

热分析功能不一定适用于倾斜、偏心或其它非常规的光学系统。在计算不对称部件的边缘厚度位移时会有难度；例如，在计算与另一个透镜相对倾斜透镜之间的边缘厚度位移时。

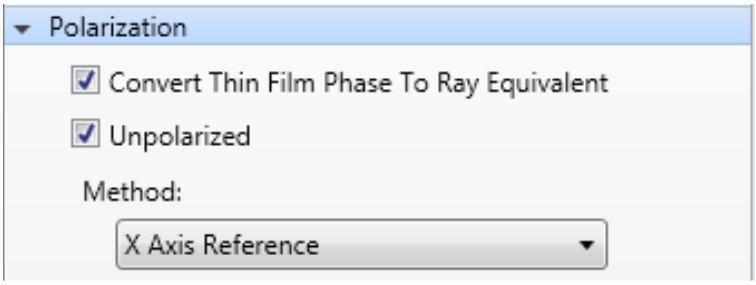
来自 Schott 玻璃库中 Schott 玻璃提供的热折射率和 TCE 数据表明，这些数据在从-40 至+80 摄氏度温度范围内是准确的，且波长范围为 0.435um-0.644um。可以将数据推算到 1.06um，但精确度会降低。提供的其它玻璃的数据和准确性的范围均未知。

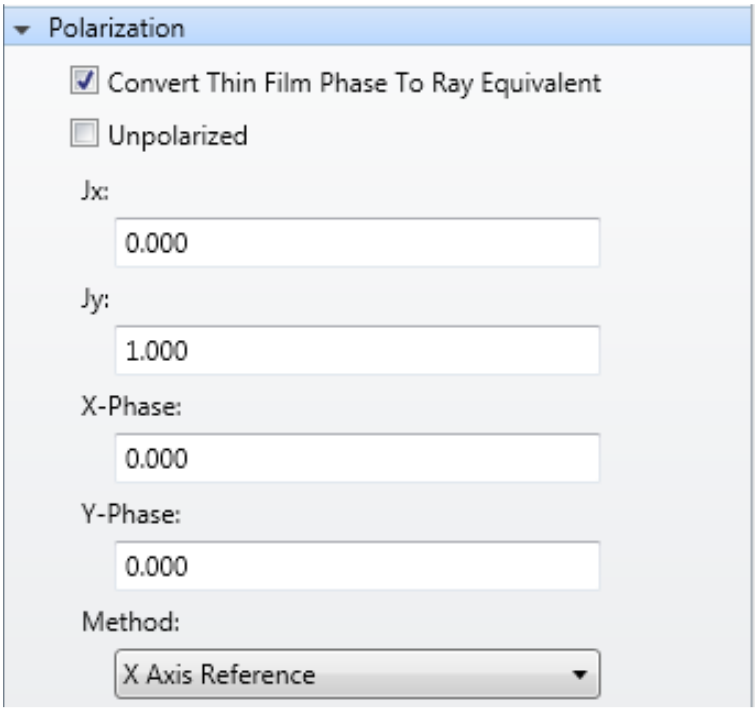
由于热效应建模的复杂性，因此不应该相信在关键应用程序、所有计算、折射率值和 TCE 中的所有数据，这都应该由 OpticStudio 进行单独验证。即使在上述指定的温度范围内使用 Schott 玻璃也应如此。

[偏振(系统选项)] (Polarization (System Explorer))



在系统选项中可设置偏振功能。偏振标签用于设置使用偏振光追迹的多个序列分析计算的默认输入偏振状态。许多分析功能用“使用偏振 (Use Polarization)”开关来使用偏振光线追迹和变迹，如点列图和视场函数的均方根 RMS，此标签是设置初始偏振状态的唯一工具。





对于大多数（但不是所有）序列分析功能来说，当考虑菲涅尔衍射、膜层和内部吸收影响时，偏振光线追迹仅用于决定光线的透射强度。光线强度会衰减并执行加权计算。忽略偏振相位差和偏振的矢量性质。

有些功能考虑的不仅仅是透射率，还有单独的偏振光的直角矢量分量和偏振相位差（这些偏振像差可以通过偏振相位差图来计算；有关详细信息，请搜索帮助菜单里的“相位差 (Phase Aberration)”）。使用 Huygens PSF 和 PSF Cross Section，Huygens MTF，以及 Huygens PSF 的圈入能量 (Encircled Energy Using Huygens PSF)，都考虑了全偏振矢量和偏振相位差。这些计算的过程是先分别计算偏振电场的 Ex、Ey 和 Ez 分量，然后对结果进行非相干求和。每个电场的直角分量引起的偏振相位差，被认为是其它的相位差。对于物理光学传播中偏振的讨论，搜索帮助菜单里的“偏振说明 (Accounting for polarization)”。

非序列光源偏振状态的定义，请参阅物体属性(非序列元件编辑器)中的“光源选项卡 (Accounting for polarization)”。

[将膜层相位转换为等效几何光线] (Convert Thin Film Phase to Ray Equivalent)

如果选择此选项，OpticStudio 会将由薄膜转换规则计算的偏振相位转换为沿着光线的相位。如果不选的话，光场系数不会转换成光线系数。建议默认设置为将视场膜层相位转换为光线相位。

膜层行业使用的是与光线追迹所需不同的相位规约。膜层规约用于测量沿法向矢量的相位偏移，作为从最外层膜层传播到基底的虚平面波。此规约意味着相位偏移在法向入射中为最大，且入射较大角的入射角余弦逐渐减少至约为零。OpticStudio 在使用这些参考时调用 τ_s 和 τ_p 值“视场”系数。

对于光线追迹，沿光线测量光学相位提前或延迟。OpticStudio 直接追迹光线到基底，而忽略膜层厚度。这是因为在镜头数据编辑器中指定的表面之间的厚度是基底之间的厚度，同样忽略膜层。假设膜层可以扩展到表面前面的空间。正确计算光线的相位需要将电场反向传播到膜层开始的点，并调整要沿光线矢量（非法向矢量）测量的膜层相位。OpticStudio 在使用这些规约时调用 τ_s 和 τ_p 值“光线”系数。类似计算可得出反射面或表面的因子，在这种情况下已自动逆转膜层叠层，且 OpticStudio 在所有情况下均会自动选择正确的因子。

[无偏振] (Unpolarized)

如果选中，则偏振值 Jx、Jy、X-相位和 Y-相位被忽略，这时会执无偏振计算。无偏振计算用正交偏振的两条光线追迹并计算最终透射率的平均值。注意，无偏振计算比偏振计算所需的的时间长，

而偏振计算也比完全忽略偏振的计算所需的时间长。

OpticStudio 的某些功能，例如优化操作数 CODA，需要定义单独的详细的偏振态。这些功能将会使用下面定义好的 Jx、Jy、X-相位和 Y-相位值，即使已选择了“无偏振”选项。

[Jx, Jy, X-相位, Y-相位] (Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase)

这些值用于指定默认的输入偏振态，并且只有在用户未选中“无偏振”选项时才可用。偏振由四个数值来定义：Jx 和 Jy，它们表示电磁场 X 和 Y 方向的模值，X-相位和 Y-相位，它们是以度为单位的相位角。在内部，OpticStudio 将电磁场向量归一化为 1 的强度单位。有关如何将琼斯矢量转换为 3D 电场的重要详述，请参阅“定义初始偏振 (Defining the initial polarization)”。

[方法(偏振)] (Method (polarization))

此功能能不能使用取决于是否勾选“无偏振”选项。用来选择基于光线矢量确定 S 矢量和 P 矢量的方法。对于此功能的讨论，请参阅“定义初始偏振 (Defining the initial polarization)”。使用琼斯矢量来定义偏振：

$$J=\begin{bmatrix}J_X\\J_y\end{bmatrix}$$

其中，Jx 和 Jy 同时具有大小和相位值，并使用符号 J（而非 E）来区分 2D 琼斯矢量与 3D 电场矢量 E。OpticStudio 将指定的值 Jx 和 Jy 归一化大小为 1，然后适当缩放强度（如果已经指定任何入瞳切趾）。因此，Jx 和 Jy 的值根据相对电场振幅来测量的。

假设光线矢量为 K，它的 X、Y 和 Z 方向余弦 为(l, m, n)。对于相对于 Z 轴平行传播的光线，或者 K = (0, 0, 1) 来说，Z 方向的电场为零，将琼斯向量转换为电场也非常简单：Ex = Jx、Ey = Jy 和 Ez = 0。

对于更普遍的光线，不能明确将琼斯向量 (Jx, Jy) 转换为 3D 电场值 (Ex, Ey, Ez)。由于将 Jx 和 Jy 的值解释为任何光线都没有意义，应该使用 Jx 值时 Ey 值保留为零，同时使用 Jy 值时 Ex 值保留为零。原因是由琼斯向量 (Jx = 1, Jy = 0) 和 (Jx = 0, Jy = 1) 得到的 E 必须同时与 K 正交和且向量彼此正交。

OpticStudio 可以让用户选择三种不同的方法来执行从 J 到 E 的转换。在每种方法中，矢量 K 是指光线矢量，Jx 值为沿着矢量 S 的场，Jy 值为沿着矢量 P 的场。请注意，K、S 和 P 都必须为单位矢量并且彼此正交。三种方法为：

[X 参考轴] (X Axis Reference) P 矢量由 K×X 确定，且 S=P×K，此方法为默认方法。

[Y 参考轴] (Y Axis Reference) S 矢量由 Y×K 确定，且 P=K×S。

[Z 参考轴] (Z Axis Reference) S 矢量由 K×Z 确定，且 P=K×S。

当物在无穷远时，所选择的方法将改变不同视场的 S 和 P 的偏振方向，但来自同一视场的所有光线都将具有相同的偏振，因为所有光线都彼此平行。对于有限共轭，尤其是当物方空间数值孔径较大时，S 矢量和 P 矢量方向将因光瞳中的不同光线而有所不同。无论选择哪个方法，追迹任意两束正交光线来计算透射率时，无偏振光的透射结果都不会受到影响。对于需要特定偏振的系统，特别需要注意检查从 J 到 E 的转换是否得到预期的偏振光。

要查看详细的转换结果，请参阅偏振光追迹。

[偏振分析] (Polarization Analysis)

光线追迹程序通常将光线视为纯粹的几何实体，它只有位置、方向和相位。例如，表面上的光线完全可以通过光线与表面交点坐标，方向余弦（用于定义光线与局部坐标轴的夹角），及相位（用于确定沿光线的光程或光程差）来描述。

在两种介质（如玻璃和空气）之间的界面上，根据斯涅尔定律会发生折射现象。通常，不影响界面处光束方向的任何效应都会忽略。这些影响包括电场的振幅和相位变化，这些变化与入射角、入射偏振、以及两种介质的属性和表面的任何光学薄膜有关。

偏振分析是普通光线追迹的扩展，它考虑了光学薄膜、反射和光线穿过光学系统传播时所的反射、吸收损耗。

[偏振概念综述] (Review of Polarization Concepts)

不能将《OpticStudio 用户指南》用作偏振理论的教程。本文档涉及的主题非常广泛，将在其它资料中进行介绍。例如，可参阅 Jean M. Bennett 的 “Polarization” 和 John A. Dobrowski 的 “Optical Properties of Films and Coatings”，都在 1995 年出版的 McGraw Hill《光学手册》第 I 卷中。

[电场矢量] (The Electric Field Vector)

可以通过一个矢量来描述电场的振幅和偏振状态：

$$E = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{bmatrix}$$

其中，Ex、Ey 和 Ez 均为复数。电场矢量必须正交于光线的传播矢量。在两种介质的边界上，某一视场的 S 分量和 P 分量，它们的电场透射率、反射率和相位均不同。一视场的 S 分量是沿入射平面正交轴的 E 的投影，而 P 分量的投影位于入射平面内。入射平面同时包含光线传播矢量和光线与表面交点处表面法向量。然后，将电场分为 Es 分量和 Ep 分量，这两个分量均为复数。当光线正入射于表面时，该视场的 S 分量和 P 分量之间的区别是不明显的。
请参阅标题为“当光线与表面正交时”的部分

通过考虑 S 和 P 的透射率（如果表面为折射）或反射率（如果表面为反射）来计算通过边界后的电场。Opticstudio 会计算反射系数和透射系数，但对光线传播只使用其中一个相应的系数。为简便起见，本讨论的其余部分将都使用术语透射和折射来表示。如果表面是一个反射镜（即材料类型为 MIRROR），则程序将自动使用反射系数。折射后的电场为

$$E_s' = E_s \tau_s, E_p' = E_p \tau_p,$$

其中，透射系数 τs 和 τp 均为复数。计算 Es 和 Ep 投影后，会将它们分解成 Ex、Ey 和 Ez 电场矢量，且继续传播到下一个表面。透射系数的计算取决于入射介质的折射率、光学薄膜（如果有的话）中每个膜层的折射率（可能很复杂）和厚度以及基底的折射率（可能很复杂）。该部分计算的详细信息在 1995 年出版的 McGraw Hill 的《The Handbook of Optics》第 I 卷中有讲到，此处将不再重复。

[视场与光线相位规约] (Field vs. Ray Phase Conventions)

薄膜行业使用的是与光线追迹所需不同的相位规约。膜层规约通过假想平面波从膜层最外层传播至基底测量沿法向量的相位偏移。此规约意味着相位偏移在法向入射中最大，且对于较大入射角相位偏移约为入射角的余弦逐渐减少至零。OpticStudio 在使用这些参考时调用“场”τ_s 值和 τ_p 值系数。

对于光线追迹，是沿光线方向测量光学相位提前或延迟的。OpticStudio 直接追迹光线到基底位置，而忽略膜层厚度。这是因为在镜头数据编辑器中指定的表面之间的厚度是基底之间的厚度，同样忽略膜层。且假设膜层生长在表面之前的空间。因此正确计算光线的相位需要将电场反向传播到膜层开始的位置，并调整测量膜层相位所沿的方向为沿光线矢量方向（而非法向矢量方向）。OpticStudio 在使用这些规约时调用“光线”τ_s 和 τ_p 值系数。在计算反射面或计算表面膜层自动翻转的情形时，使用同样的计算方法来得到上述因子，且 OpticStudio 在所有情况下均会自动选择正确的因子。

OpticStudio 的默认设置是将场系数转换为光线系数，并且在所有情况下都推荐使用该设置。但是，可能会禁用转换，请参阅系统选项中的偏振部分中的“将膜层相位转换为等效几何光线”。

[偏振椭圆] (The Polarization Ellipse)

对于只与局部 Z 轴平行的光线，描述电场的偏振状态的简便方法是忽略 Ez 分量，只考虑 Ex 分量和 Ey 分量。通过在笛卡尔图上绘制随时间移动一个周期的矢量 (Ex, Ey) 的端点时，描绘出的图可以是直线、圆形或者通常是椭圆。此曲线由长轴和短轴的长度来定义，并且长轴的角度与笛卡尔图上的 X 轴相关。注意到，在线性偏振的情况下，短轴的长度可能为零。对于圆形偏振，长轴和短轴的长度相同。

每当使用偏振椭圆时，请务必记住忽略 Ez 分量；这限制了光束中偏振椭圆的实用性，而这些光束几乎不沿 Z 轴平行。

[偏振术语的定义] (Definition of Polarization Terms)

可以通过多种方法定义描述偏振光束的参数。所有表达式通常与入射角、波长和偏振方向有关。以下是 OpticStudio 及其定义常用的术语：

强度，I

强度是电场的各个分量的平方和，或者等于电场及其复共轭的点积。

$$I = E \bullet \tilde{E},$$

其中，符号 $\tilde{E}$ 表示矢量 E 的复共轭。符号 I 的下标表示哪个分量的强度，如 I_x 只表示 x 方向的强度。

相位，P

电场的任何一个分量的相位可以用 arg 函数计算，即 arctan2（虚部/实部）。
相位由以下公式给出

$$P = \arg(E)$$

符号 P 的下标表示列出哪一分量的相位，如 Ps 表示电场的 S 分量的相位。

通过介质的路径长度，τ

对于均匀介质，路径长度是沿着光线从前一个表面到当前表面的距离（以镜头单位表示）。注意，折射率是分开考虑的；因为它不是光程长度。对于渐变折射率介质，（用于计算内部吸收的）有效路径长度是实际光线路径长度积分除以介质的基本折射率（x=0，y=0，z=0 处的折射率）。路径长度仅用于计算内部吸收。对于虚拟传播，路径长度为负数。

每镜头单位的内部吸收，α

该因子仅考虑了穿过玻璃时内部吸收或体吸收。可以通过玻璃库中提供的数据来计算吸收。请参阅使用材料库部分中的定义透过率数据。

内部透射率，IT

可利用路径长度 τ 和内部吸收 α 来计算内部透射率：

$$IT = e^{-\alpha\tau}.$$

传播相位因子，PC，PS

当光线从表面传播到表面时，根据以下公式计算电场旋转：

$$e^{i\theta}, \theta = (-2\pi\tau)/\lambda,$$

其中，τ 为路径长度，λ 在介质中测量。将传播因子写作角 θ 的余弦和正弦。将前一个表面的“E 视场之后”乘以这些因子可以得出当前表面的输入电场。Opticstudio 对传播相位因子采用与负虚

折射率一样的负号规约，以表示膜层材料的吸收，详细内容见“在 Opticstudio 中定义膜层”。

反射振幅，ρ

反射振幅是电场反射率的复数系数。它们是通过使用如上所述的场和光线相位规约对 S 偏振和 P 偏振计算的。

透射振幅，τ

透射振幅是电场透射率的复数系数。它们是通过使用如上所述的视场和光线相位规约对 S 偏振和 P 偏振计算的。

反射强度，Rs，Rp

反射强度沿垂直于表面方向测量。使用符号 R 来表示，并且始终为介于 0 和 1 之间的实数。反射强度可以通过反射振幅来计算，如下所示：

$$R = \rho^{*}\rho \ .$$

透射强度，Ts，Tp

透射强度沿垂直于表面方向测量。使用符号 T 来表示，并且始终为介于 0 和 1 之间的实数。透射强度可以通过透射振幅来计算，如下所示：

$$T = \tau^{*}\tau \ .$$

吸收强度，As，Ap

吸收强度是电场的其中一种强度，它既不是透射强度也不是反射强度：

$$A = 1.0 - T - R \ .$$

二向衰减，D

二向衰减是指“两个衰减”，用于将 S 偏振光的强度损失与 P 偏振光的强度进行比较。二向衰减定义为：

$$D = \left| \frac{T_s - T_p}{T_s + T_p} \right| .$$

膜层相位，Ps，Pp

对于 S 偏振和 P 偏振，它们的透射光束相位通常不同。相位由以下公式给出

$$P_s = \arg(E_s),\ P_p = \arg(E_p) .$$

延迟，S

对于透射，延迟为 P 偏振的相位减去 S 偏振的相位：

$$S = \arg(E_p) - \arg(E_s) .$$

对于反射，延迟为 P 偏振的相位减去 S 偏振的相位，然后再加上 π：

$$S = \arg(E_p) - \arg(E_s) + \pi .$$

使用的不同规约应符合膜层行业的国际惯例。

偏振椭圆 （Pxy， EM，Em ，Ap）

电场是一个三维矢量，可以写成：

$$\vec{E} = e^{i\omega t}\left(\hat{x}A_x e^{iP_x} + \hat{y}A_y e^{iP_y} + \hat{z}A_z e^{iP_z}\right)$$

其中(Ax, Ay, Az)是每个方向的振幅，(Px, Py, Pz)是每个方向的相位。
当需要考虑偏振椭圆时，我们需要将电场（E 矢量）写到 2D 平面上。但是，不同光线的参考平面可能不同。因此，当计算偏振椭圆或琼斯矩阵时，我们将 E 矢量投影到每个表面的局部 xy 平面。在“偏振光线追迹”和“偏振光瞳图”工具中数据就是这样计算的。注意 OpticStudio 的这个规约意味着 E 矢量的 z 分量将减小，当读取偏振椭圆参数时应特别注意。

通过将 E 矢量投影到 xy 平面上，我们可以将电场写为以下形式：

$$Re\left(\vec{E}_{xy}\right) = \hat{x}A_x \cos(\omega t + P_x) + \hat{y}A_y \cos\left(\omega t + P_y\right) = \hat{x}E_x + \hat{y}E_y$$

通过下面的代数运算，可以得到偏振椭圆。

$$\frac{E_x}{A_x} = \cos(\omega t)\cos(P_x) - \sin(\omega t)\sin(P_x) \quad \ldots①$$

$$\frac{E_y}{A_y} = \cos(\omega t)\cos(P_y) - \sin(\omega t)\sin(P_y) \ldots②$$

$$① \times \sin P_y - ② \times \sin P_x \implies \frac{E_x}{A_x}\sin P_y - \frac{E_y}{A_y}\sin P_x = \cos \omega t \sin(P_x - P_y) \ldots③$$

$$① \times \cos P_y - ② \times cos\ P_x \implies \frac{E_x}{A_x} cos\ P_y - \frac{E_y}{A_y} cos\ P_x = sin\ \omega t \sin(P_x - P_y) \ldots④$$

$$③ \times ③ + ④ \times ④ \implies \boxed{\frac{E_x^2}{A_x^2} + \frac{E_y^2}{A_y^2} - \frac{2E_xE_y}{A_xA_y}\cos P_{xy} = \sin^2 P_{xy}}$$

其中 Pxy = Px – Py，是电场的 X 分量和 Y 分量的相位差。

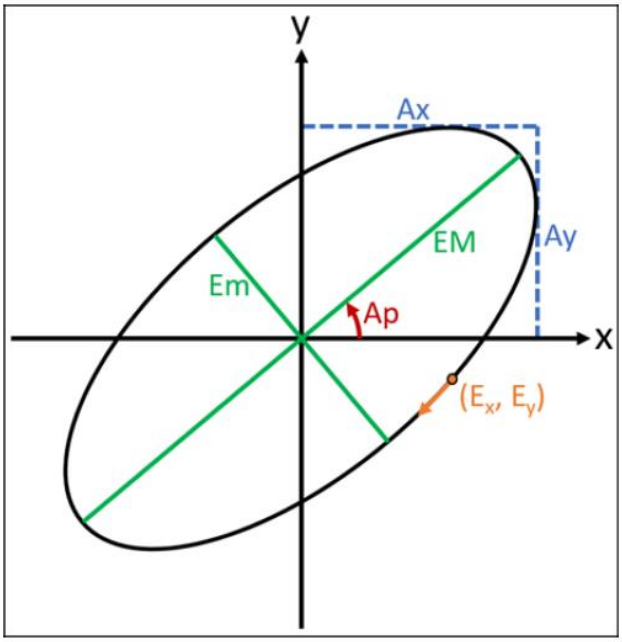
通过求解椭圆，可以得到它的长轴 EM，和短轴 Em，以及长轴和局部 x 轴间的夹角 Ap。

$$E_M^2 = \frac{1}{2}\left(A_x^2 + A_y^2 + \sqrt{A_x^4 + A_y^4 + 2A_x^2A_y^2\cos 2P_{xy}}\right)$$

$$E_m^2 = \frac{1}{2}\left(A_x^2 + A_y^2 - \sqrt{A_x^4 + A_y^4 + 2A_x^2A_y^2\cos 2P_{xy}}\right)$$

$$\tan 2A_p = \frac{2A_xA_y}{A_x^2 - A_y^2}\cos P_{xy}$$

EM, Em, Ax, Ay, Ap, Ex, 和 Ey 项的示意图如下：



对琼斯矩阵的注解

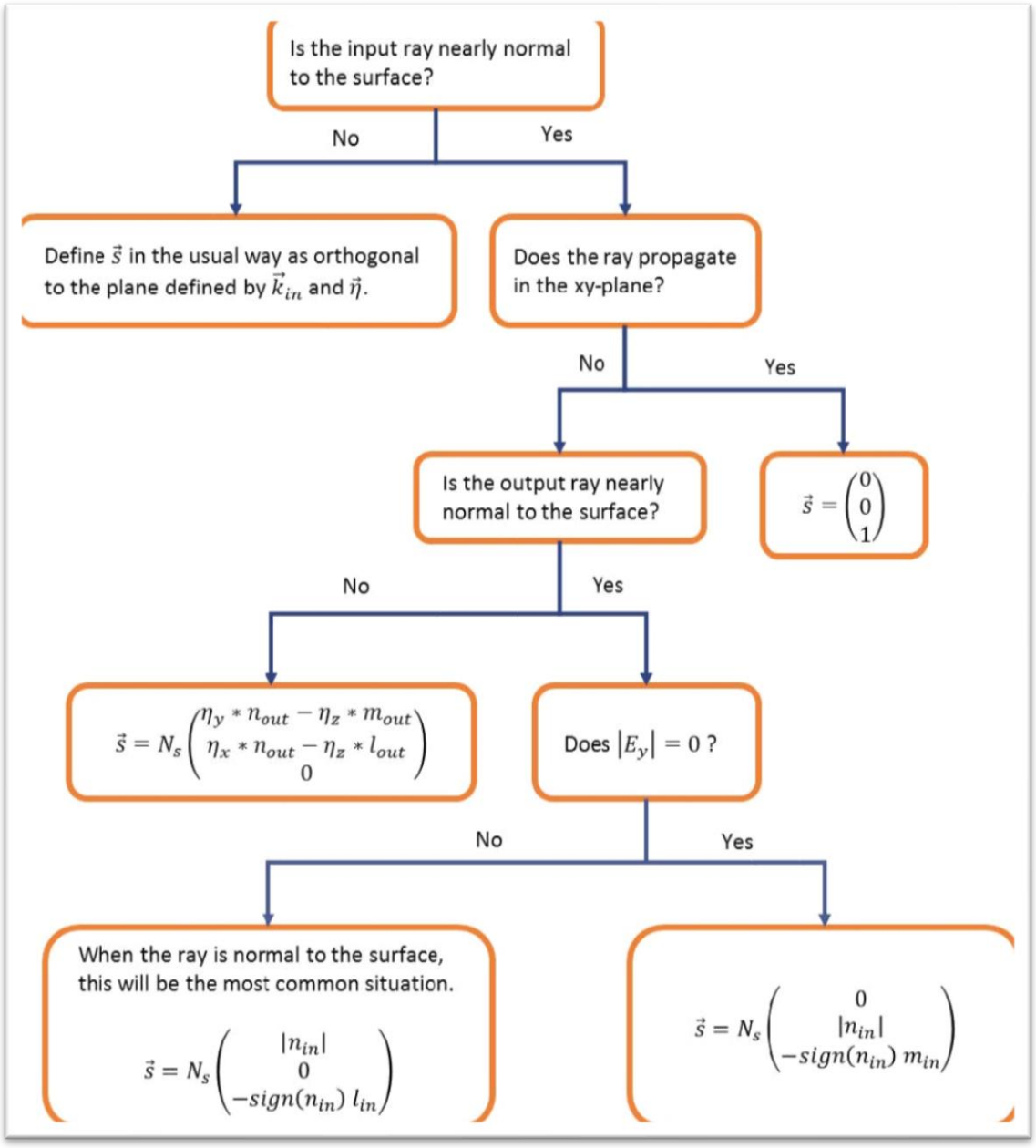
以上对偏振椭圆的讨论同样适用于琼斯矩阵，写成以下形式。

$$\vec{J} = \begin{pmatrix} J_x \\ J_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_x e^{iP_x} \\ A_y e^{iP_y} \end{pmatrix}$$

关于琼斯矩阵，详见定义初始偏振和定义偏振分量。

当光线与表面正交时

如果光线的传播方向与表面正交，则 s-偏振和 p-偏振之间的区别不明显。原则上，我们可以自由选择互相正交和与光线传播方向正交的任意两个方向，并将它们标记为 s-偏振 n 和 p-偏振。如果我们假设 $\vec{k}_{in} = (l_{in}, m_{in}, n_{in,})$ 为输入光线的方向，$\vec{k}_{out} = (l_{out}, m_{out}, n_{out,})$为输出光线的方向，$\vec{\eta} = (\eta_z, \eta_z, \eta_{z,})$ 为表面的法线，那么 ZOS 将作出以下选择来定义 s-偏振：



我们选择上面的 N_s，以便始终归一化 $\vec{s}$。最后，选择要与 $\vec{s}$ 和 $\vec{\eta}$ 正交的 $\vec{p}$。在上图中，要确定 $\vec{k}_{in}$ 是否几乎与表面正交，应使用 $\epsilon = 10^{-8}$ 来检查 $\left|\vec{k}_{in} \cdot \vec{\eta}\right| - 1 \leq \varepsilon$。类似的检查还可以用来确定 什么时候$\vec{k}_{out}$ 几乎与表面正交。

在大多数情况下（当光线不与表面正交时），$\vec{s}$ 和 $\vec{p}$ 的方向取决于光线方向和表面的法线，但与光线偏振无关。但是，如上述定义，$\vec{s}$ 和 $\vec{p}$ 实际上取决于输入偏振，因为我们可以根据 |Ey| 是否为 0 作出不同的选择。

[定义初始偏振] (Defining the Initial Polarization)

使用单个分析设置，比如偏振光追迹的设置。

(参见偏振光追迹)允许指定输入偏振。使用琼斯矢量来定义偏振:

$$J = \begin{bmatrix} J_x \\ J_y \end{bmatrix},$$

其中，Jx 和 Jy 同时具有幅度和相位，并使用符号 J（而非 E）来区分 2D 琼斯矢量与 3D 电场矢量 E。OpticStudio 将指定的值 Jx 和 Jy 归一化以便具有统一的幅度，然后适当缩放强度（如果已经指定任何入瞳切趾）。因此，根据相对电场幅度来测量 Jx 和 Jy 的值。

假设光线矢量为 K，拥有 X、Y 和 Z 方向余弦 (l, m, n)。对于与 Z 轴平行传播的光线，或者 K = (0, 0, 1)来说，Z 方向的电场为零，并且将琼斯矢量转换为电场也非常简单：

$$E_x = J_x, E_y = J_y, E_z = 0.$$

对于多条一般光线，不能明确将琼斯矢量 (Jx, Jy) 转换为 3D 电场值 (Ex, Ey, Ez)。由于无法将 Jx 和 Jy 的值解释为任何光线的含义，应按此方式应用 Jx 值以使 Ey 值保持为零，同时应用 Jy 值以使 Ex 值保持为零。原因是从琼斯矢量 (Jx = 1, Jy = 0) 和 (Jx = 0, Jy = 1) 得出的 E 的结果必须同时与 K 和彼此正交。

OpticStudio 可以让用户选择三种不同的方法来执行从 J 到 E 的转换。在每种方法中，矢量 K 是指光线矢量，Jx 值为沿着矢量 S 的视场，Jy 值为沿着矢量 P 的视场。请注意，K、S 和 P 都必须为单位矢量并且彼此正交。三种方法为：

[X 参考轴] (X Axis Reference) P 矢量由 K×X 确定，且 S=P×K，此方法为默认方法。

[Y 参考轴] (Y Axis Reference) S 矢量由 Y×K 确定，且 P=K×S。

[Z 参考轴] (Z Axis Reference) S 矢量由 K×Z 确定，且 P=K×S。

当物体在无穷远时，所选择的方法将改变不同视场的 S 和 P 的偏振方向，但来自同一视场的所有光线都将具有相同的偏振，因为所有光线都彼此平行。对于有限共轭，尤其是当物方空间数值孔径较大时，S 矢量和 P 矢量方向将因光瞳中的不同光线而有所不同。无论选择哪个方法，追迹任

意两束正交光线来计算透射率时，无偏振光的透射结果都不会受到影响。对于需要特定偏振的系统，特别需要注意检查从 J 到 E 的转换是否得到预期的偏振光。要查看详细的转换结果，请参阅在“分析菜单”帮助文件部分中的“偏振光追迹”。

[定义偏振分量] (Defining Polarizing Components)

两种介质之间的任何边界都可以使一束光线发生偏振现象。但是对于常规的偏振设备来说，OpticStudio 是一种理想化模型。可以作为序列光线追迹的特殊“琼斯矩阵面”类型和非序列光线追迹的“琼斯矩阵物体”类型，来实现建模。琼斯矩阵可以根据以下矩阵来修改琼斯矢量（用于说明电场）：

$$\begin{bmatrix} E'_x \\ E'_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathrm{A} & \mathrm{B} \\ \mathrm{C} & \mathrm{D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix},$$

其中，A、B、C、D、Ex 和 Ey 均为复数。在镜头数据和非序列元件编辑器中，OpticStudio 提供了用于定义 A 实部和 A 虚部的单元格等。

请注意，电场的 z 分量并不是由琼斯矩阵面来定义的，这暗示假设光线为法向入射。电场的 E 分量必须满足边界条件：

$$\hat{k} \bullet \hat{E} = 0,$$

E 是琼斯矩阵后的电场，k 是射线矢量。OpticStudio 将对 Ez 组件或 Ex 和 Ey 组件进行调整，这样 E 的大小不会增加。然而，这种调整可能需要降低 E 的大小，从而导致传输能量的相关损失。
其中，E 为琼斯矩阵后的电场，k 为光线矢量。OpticStudio 将调整 Ez 分量或者 Ex 和 Ey 分量，使 E 的大小不增加。但是，该调整可能需要减少 E 的大小，因此会相应损失一部分透射能量。

可以使用琼斯矩阵定义各种偏振分量。例如，请参阅下表中的琼斯矩阵示例。数字格式为 (a, b)，其中“a”值为实部，“b”值为虚部。

琼斯矩阵示例 SAMPLE JONES MATRICES

分量	矩阵
零矩阵	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \\ (0,0) & (1,0) \end{bmatrix}$

X 分析仪	$\begin{bmatrix}(1,0) & (0,0)\\(0,0) & (0,0)\end{bmatrix}$
Y 分析仪	$\begin{bmatrix}(0,0) & (0,0)\\(0,0) & (1,0)\end{bmatrix}$
X 方向的四分之一波片	$\begin{bmatrix}(0,1) & (0,0)\\(0,0) & (1,0)\end{bmatrix}$
Y 方向的四分之一波片	$\begin{bmatrix}(1,0) & (0,0)\\(0,0) & (0,1)\end{bmatrix}$
X 方向的二分之一波片	$\begin{bmatrix}(-1,0) & (0,0)\\(0,0) & (1,0)\end{bmatrix}$
Y 方向的二分之一波片	$\begin{bmatrix}(1,0) & (0,0)\\(0,0) & (-1,0)\end{bmatrix}$
强度滤光片，25% 透射	$\begin{bmatrix}(0.5,0) & (0,0)\\(0,0) & (0.5,0)\end{bmatrix}$

[使用偏振分析 OpticStudio 可以计算的内容](What OpticStudio Can Compute Using Polarization Analysis)

OpticStudio 可以生成 R、T、A、D、P 和 S 分量的图，来作为给定入射角的波长函数或给定波长的角度函数。有关详细信息，请参阅“分析菜单”帮助文件中的“像质”部分。

使用“偏振光追迹”功能，OpticStudio 可以计算并以列表的格式显示通过系统追迹任何给定光线的偏振状态的详细计算。其它功能直接计算偏振相关结果；有关详细信息，请参阅“分析菜单”帮助文件中的“偏振与表面物理”部分。

[体吸收和体透射] (Bulk Absorption and Transmission)

还可以精确计算单个光线的传输，或者计算学生的平均水平。根据啤酒定律，传输计算是基于表

面效应，如反射损耗，以及通过玻璃进行批量传输。
OpticStudio 还可以精确计算单条光线的透射率，或者整个入瞳的平均值。透射计算基于表面效应，例如根据比尔定律，可得出反射损失和通过玻璃的体吸收：

$$t = e^{-\alpha\tau},$$

其中 α 是吸收系数，而 τ 是通过玻璃的光程长度。参数 α 通常取决于波长，且单位是长度单位的倒数。请参阅使用材料库部分中的定义透过率数据。在 OpticStudio 的所有计算中都不考虑偏振效应。

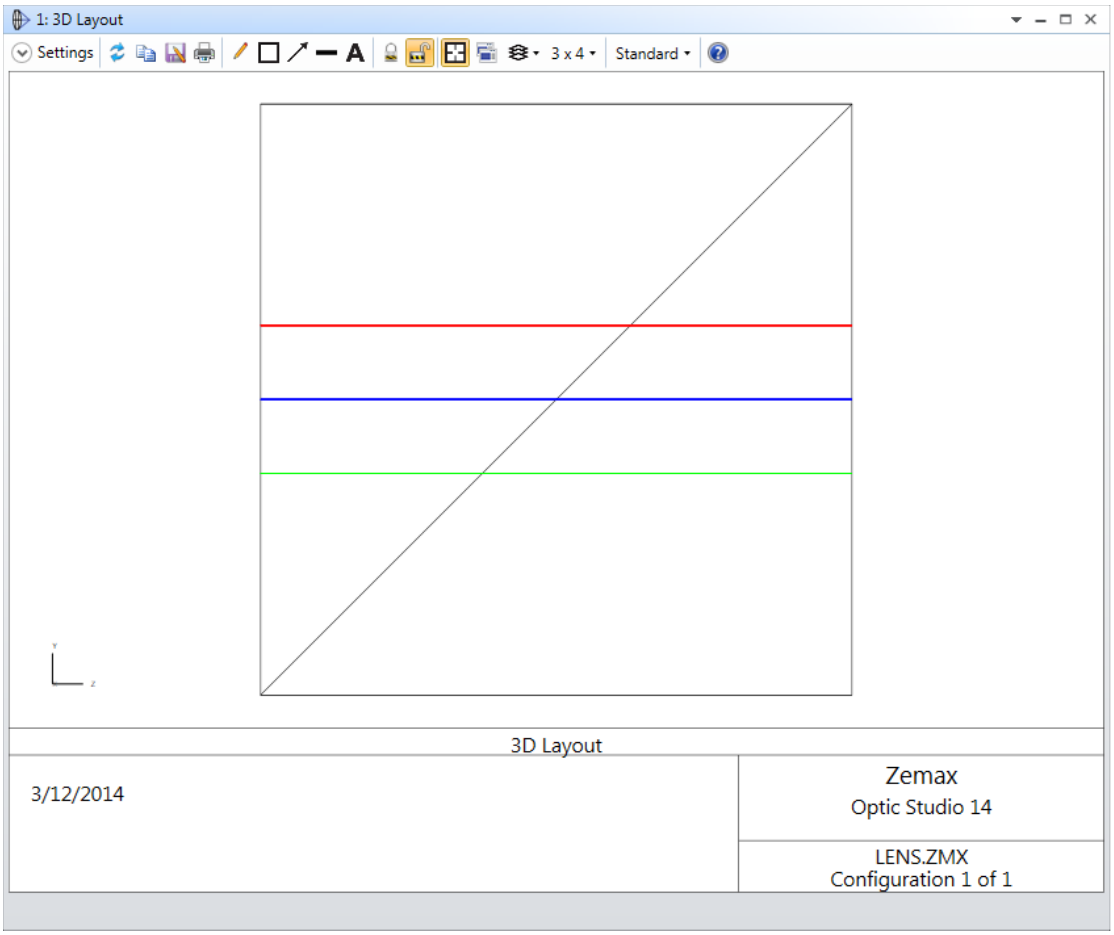
[对受抑全内反射进行建模] (Modeling Frustrated Total Internal Reflection)

当光线传播通过玻璃遇到界面时角度大于临界角，将发生受抑全内反射 (FTIR)。如果将其它电介质（如另一块玻璃）放置得很近，但没有接触到界面，则一些光会穿过细缝传播，即使边界的折射不满足斯涅尔定律。反射和透射光束将会同时受到影响，这取决于缝隙的厚度。如果将缝隙厚度限制为零，则光就像没有边界一样会继续通过。如果将缝隙厚度限制为很大，超过零点几个波长，则几乎所有的光线都会被完全反射。

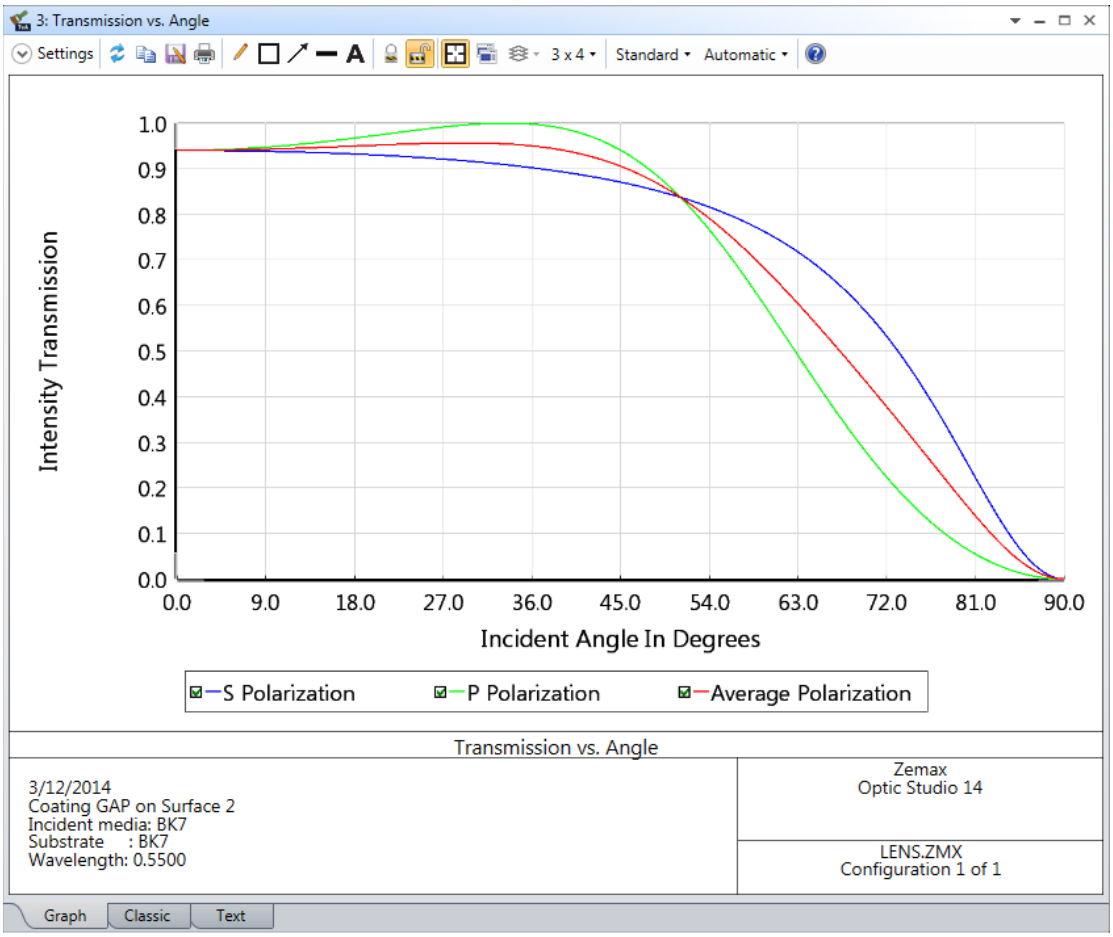
尽管这似乎是一种特殊情况，但已经将非常常规的模型整合到 OpticStudio 的偏振程序中，以便对 FTIR 像对任何其它膜层问题一样去处理。关键是要定义膜层以反映这种情况。一种默认的膜层是 GAP，将其定义为 0.1 波长的 AIR，且折射率为 1。使用 Y-正切为 1.0 的倾斜面，并将膜层 GAP 放置在边界上可以产生以下系统，且该系统具有正确建模的偏振特性。注意，可以通过编辑本参考文件中“在 OpticStudio 中定义膜层”部分提到的膜层文件来更改空气间隙。

将 GAP 膜层放置到位后，OpticStudio 就可以计算出透射或反射偏振特性。

以下布局图是透射中的 FTIR 分束器的一个例子。两个玻璃块之间的倾斜面具有 GAP 膜层。



下图显示了透射 FTIR 分束器的透射和角度关系。



但是，用于其它目的（如计算系统透射、光扇图和优化）的光线追迹只能沿着透射路径继续传播。要对反射路径进行建模的话，需要将内部倾斜面的玻璃类型设置为 MIRROR，且在倾斜面后面添加 90 度坐标断点面，并更改剩余厚度的符号。

这种情况下的膜层现在需要被修改，以表示第二个介电块的存在，即使在透射路径上没有光线追踪；只存在反射路径。需要在膜层文件中定义一种新的膜层（在本例中称为 FTIR），它看起来是这样的：

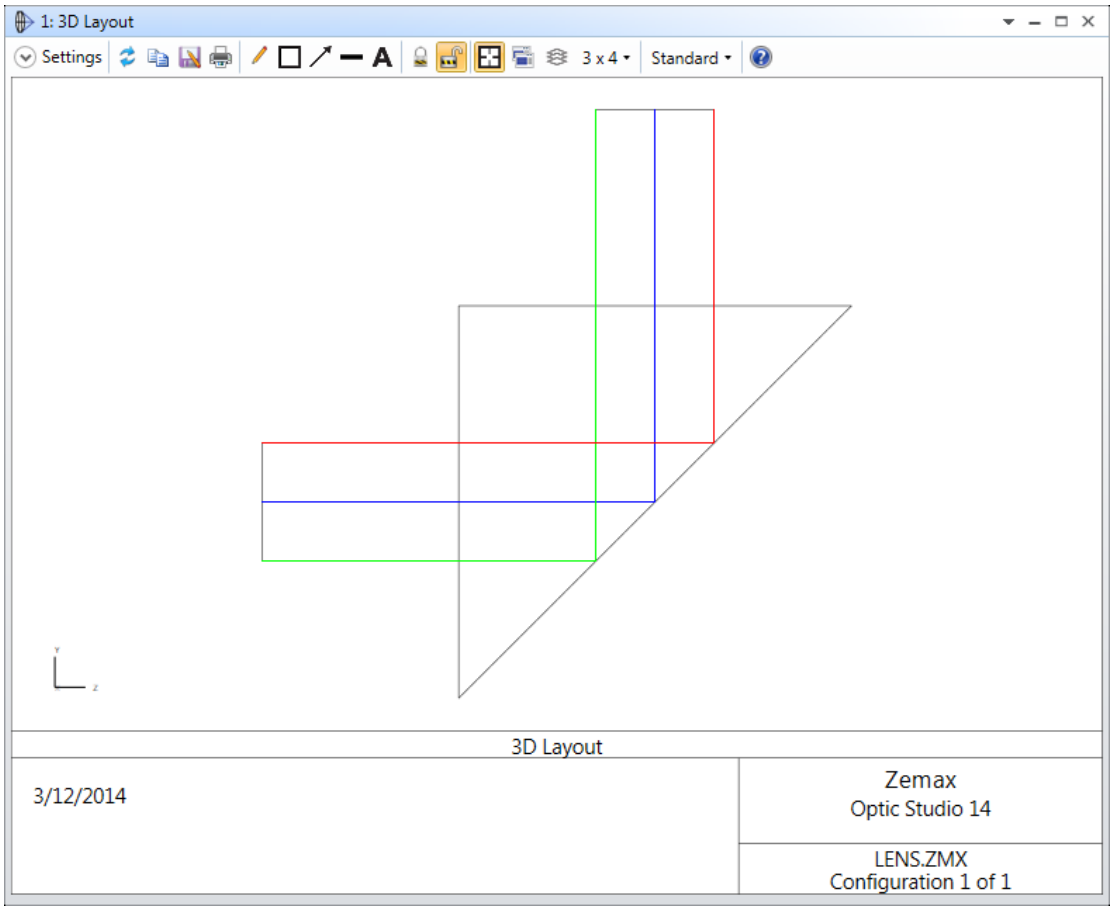
```
COAT FTIR
AIR .1
N15 1
```

当把“膜层”应用到镜面之后，会将镜面看作气隙，后面是一块玻璃。请注意，可以通过在膜层文件中定义玻璃来对基底玻璃的折射率和色散进行详细建模；为简单起见，在这里使用 N15 表示。用于定义基底的最后材料 N15 的厚度无关紧要，因为在将基底应用到 MIRROR 时，OpticStudio 始终假设它另一半无限厚。由此产生的镜头图和反射图如图所示。对于任一系统模型，反射图和透

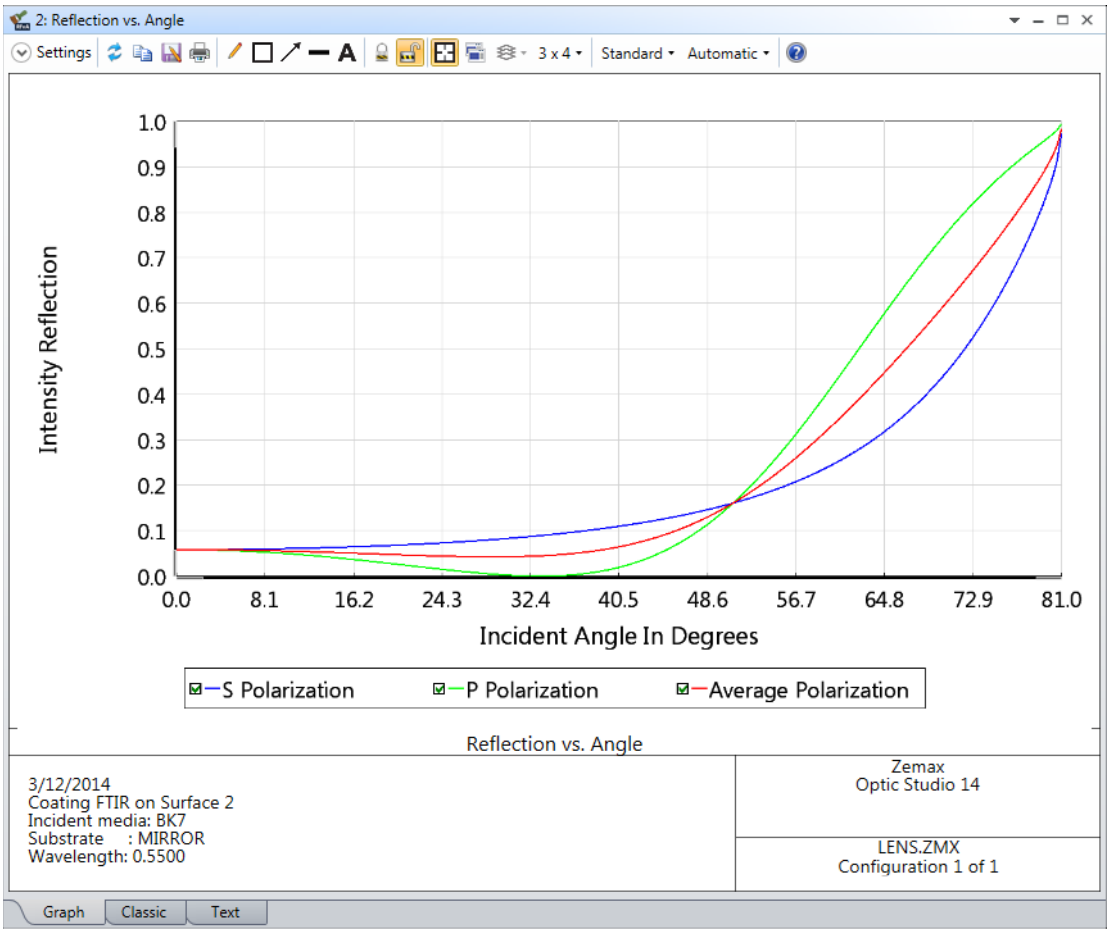
射图完全相同。

最后注意到，对于常规 TIR 也可以通过增加间隙厚度来进行建模。实质上，远远大于零点几个波长的距离相当于无限间隙。但是，在膜层文件中不能为倏逝波传播定义非常大的厚度，这是因为由于透射非常低而可能会产生“低于下限”数值误差。一个波或者光学厚度为 1 通常已经足够。

以下布局图是反射 FTIR 分束器的一个例子。倾斜的“镜”面具有 FTIR 膜层。



下图显示了反射 FTIR 分束器的反射和角度。



[偏振分析限制] (Limitations of Polarization Analysis)

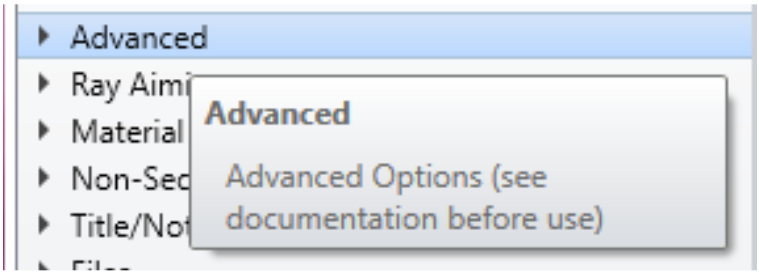
OpticStudio 偏振分析功能存在几种限制。每当做出加工决策时，应仔细检查膜层文件中的数据以保证其准确性。此外，还应该将 OpticStudio 生成的反射和透射曲线提供给膜层制造商进行检查，以确保膜层作用达到预期的效果。

偏振光追迹算法通常不会返回某些表面类型的正确结果，如近轴面、衍射光栅、二元光学或菲涅尔表面。一般情况下，只有具有斯涅尔定律所描述的折射或反射表面，才具有所计算的有效偏振数据。尤其是，当偏振算法假设光线保持在折射或反射后的入射平面时。对于常规折射光学来说确实如此（这是斯涅尔定律的条件），但对于衍射光学和“虚”表面（如近轴透镜）来说通常却不是如此。

尽管考虑了表面效应（反射，透射系数），但没有考虑通过渐变折射率介质传播的偏振效应。因为

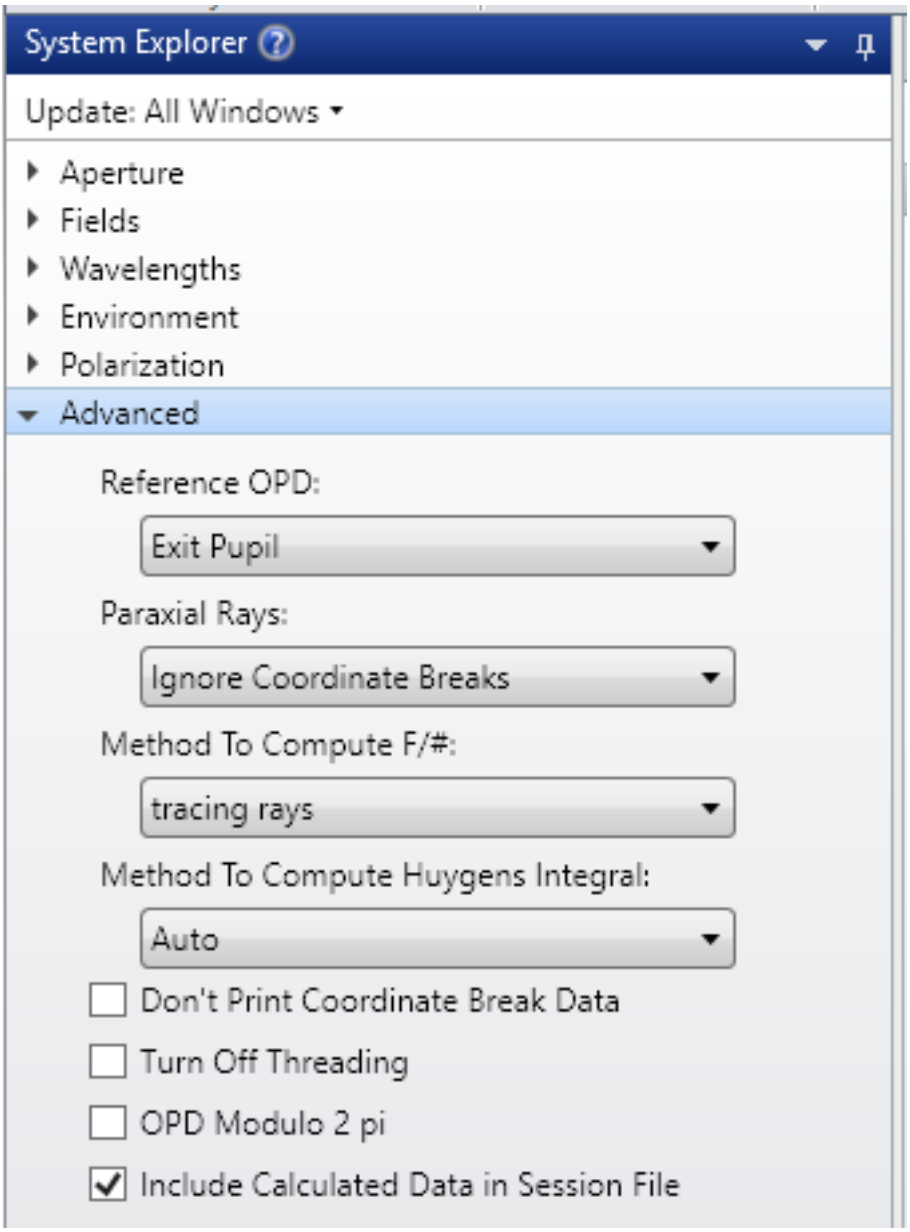
通过渐变折射率介质传播的光线采用曲线路径，因此偏振矢量会以 OpticStudio 不考虑的方式进行旋转。

[高级（系统选项）] (Advanced Options (System Explorer))



在系统选项中可以设置这些高级选项。

更改这些设置之前请先阅读本文档。



[OPD 参考] (Reference OPD)

光程差 (OPD) 在光学设计计算中很有意义，因为 OPD 表示成像的波前相位误差。与零光程差 (OPD) 的任意偏离都有可能降低通过光学系统形成的衍射图像的质量。

因为出瞳是光阑在像空间中的像，因此出瞳表示像空间中光束有清晰边界的唯一位置。出瞳处的照度，其振幅和相位通常是平滑变化的，并且零振幅和非零振幅区域有明显的界限。一种合理的假设是，当在出瞳处查看时，波前没有明显的衍射效应。如果光学系统中的所有面的通光孔径比受光阑限制并入射到每一孔径上的光束尺寸大，则这一假设基本上是对的。即使出瞳是虚拟的（这是常有的），出瞳仍然定义了像空间中光束自由衍射的唯一位置。

当波前从出瞳传播到像空间时，光束外形在振幅和相位上变得复杂，并且由衍射效应产生的波前会扩展到整个空间。因此，为了精确地描述波前和像质，在出瞳上测量相位误差是唯一的，且非常重要。

[出瞳] (Exit Pupil)

OpticStudio 中默认使用出瞳作为计算光程差 (OPD) 的参考面。因此，对一条给定的光线计算光程差 (OPD) 时，可以通过光学系统追迹光线，一路到达像面，然后反向追迹回到位于出瞳处的“参考球面”。在此面后得到的光程差 (OPD) 是有物理意义的相位误差，它对于如 MTF、PSF 和环带能量等衍射计算是很重要的。由光线向后追迹到出瞳而得得附加路程，从参考面的半径中减去，得出光程差 (OPD) 的微小调整，称之为“矫正项”。此计算对于所有的实际情况是正确且需要的。

[无限] (Infinity)

“无限”参考面假设出瞳位于很远的位置，以及光程差(OPD)矫正项用光线中的角度误差严格给定。只有一种可能才使用这种设置：即在 OpticStudio 无法正确计算出有效的出瞳位置和大小的情况下。这发生在一些光阑面不能成像（实像或虚像）的不常见的光学中，或是一些出瞳和像面靠的太近而要精确计算出瞳的离轴系统中。除非有有十足的把握相信出瞳的计算是不正确的，否则不能使用无限远的参考方法。

[绝对/绝对 2] (Absolute/Absolute 2)

“Absolute”和“Absolute 2” 参考面表示 OpticStudio 根本不能在光程差 (OPD) 计算中加上任何矫正项。这种方式通常在有焦系统中没有物理意义。对于无焦系统，选择“绝对 (Absolute)”将会使光程差 (OPD) 参考位于像面位置处垂直于主光线的平面，而不考虑出瞳的位置。如果不能精确计算出瞳位置（例如对于离轴向无焦系统的情况），这就是一个有用的选项。“绝对 2 (Absolute 2)”方法也类似，除非光程差 (OPD) 不是参考于垂直主光线的平面。

[近轴光线] (Paraxial Rays)

[忽略坐标断点] (Ignore Coordinate Breaks)

近轴光线特性通常不用于定义非旋转对称系统。由于这个原因，在追迹近轴光线时，OpticStudio 会默认忽略由于坐标断点而引起的所有倾斜和偏心。通过忽略倾斜和偏心，OpticStudio 可以计算等效的同轴系统的近轴特性，这种处理方法即使对非对称系统来说也是正确的。因此，对于忽略倾斜和偏心能形成对实际系统合理的轴向近似的系统来说，非常推荐“忽略坐标断点 (Ignore Coordinate Break)”的预设设置。

[考虑坐标断点] (Consider Coordinate Breaks)

在有些情况下可能需要“考虑坐标断点 (Consider Coordinate Break)”。对于通过光栅的光线追迹，甚至近轴光线也需要考虑坐标断点；否则，光线不能满足光栅方程。此外，通过非序列物体的光线追迹也可能需要近轴光线考虑坐标断点。

[F/#计算] (Method to Compute F/#)

[追迹光线] (Tracing Rays)

默认情况下，OpticStudio 使用光线追迹来计算系统的近轴和工作 F/#。有关详细信息，请参阅“近轴工作 F/#”和“工作 F/#”的定义。

对于有着非常大的 F/#系统，光线追迹方法可能是不精确的，因为边缘光线和主光线之间非常小的夹角可导致修正错误，甚至小量的像差（如球差）都能显著地影响 F/# 的计算。由于这些原因，OpticStudio 的最大 F/# 是 10,000。强烈建议使用光线计算 F/#的系统其 F/# 小于 10,000。

[光瞳大小/位置] (Pupil Size/Position)

模拟非常大的 F/#的系统，首选无焦模式。请参阅“无焦像空间 (Afocal Image Space)”。根据需要，

可以使用出瞳距除以出瞳直径来计算 F/#。当使用此选项时需要着重考虑几点。首先，OpticStudio 不会去用用光瞳方向或视场角去比例化 F/#。其次，对于这些参数（参阅“出瞳直径 (Exit pupil Diameter)”定义）所使用出瞳直径和位置是基于近轴值的。有典型光瞳像差的存在是，近轴值可能与实际的像差光瞳尺寸不一致。避免出现这种可能的最好方法是将光阑放置在光学系统的末端（但在像面之前），并使用光线瞄准（参阅“光线瞄准 (Ray Aiming)”定义）并将孔径类型（参阅表面属性的孔径部分）光阑尺寸浮动。当在轴上无法追迹且轴向 F/#与实际 F/#不同时，此选项也非常有用。

[惠根斯积分计算] (Method to Compute Huygens Integral)

这个选项的选择决定了在出瞳中使用的相位参考来计算惠根斯积分。这不仅影响了惠更斯 PSF 分析的结果，也影响了其他一些基于部分惠更斯积分的计算，如惠更斯 MTF、衍射环带能量和光纤耦合分析，以及一些优化函数的操作数，包括：DENC、DENF、FICL、MTHA、MTHS、MTHT 和 STRH。

请注意，其中一些只使用特定设置的惠根斯积分。请参阅特定分析或操作数的文档，以了解它何时依赖于惠根斯 PSF。

[自动] (Auto)

允许 OpticStudio 控制使用的相位参考来计算惠根斯积分。该标准基于对像面的出瞳距、波长和像面大小的考虑。

[使用平面波] (Force Planar)

覆盖 OpticStudio 的标准，以确定使用哪种相位参考来计算惠根斯积分，而不总是使用平面相位参考。此外，惠更斯积分将利用从出瞳传播到像面的平面波，在像平面的每个点上对波前的贡献进行代数求和。

[使用球面波] (Force Spherical)

覆盖 OpticStudio 的标准，以确定使用哪种相位参考来计算惠根斯积分，而不总是使用球面相位参考。此外，惠更斯积分将利用从出瞳传播到像面的球面波，在像平面的每个点上对波前的贡献进

行代数求和。

注意，如果在系统选项中的孔径部分中选择无焦像方空间，那么计算惠更斯积分的方法就会自动被设置为“使用平面波”，没有可能进行修改。这是因为平面相位参考是唯一可以在无焦成像系统中使用的参考。

[其他设置] (Other Settings)

[不打印坐标断点数据] (Don’t Print Coordinate Break Data)

如果选中，对坐标断点面，所选的数据将不会打印出来。使用此选项可以使一些文本列表缩短变清楚， 特别是在有许多坐标断点面的系统中。支持的功能包括光线追迹列表，折射率数据和全局坐标数据。在 OpticStudio 别的功能中支持此选项可能会增加要求。

[关闭线程] (Turn Off Threading)

如果选中，OpticStudio 不会将计算分解为多个计算线程。线程能使计算机用多个 CPU 或多核 CPU 去更快地计算结果。要关闭线程的唯一原因是内存不足以将计算分解为多个线程。这是一个主要的调试和诊断工具并且通常应置于不选中的状态。

[OPD 以 2π 取模] (OPD Modulo 2 pi)

如果选中，所有的光程差 (OPD) 数据将作为光程差 (OPD) 数据的小数部分被计算。所有光程差 (OPD) 计算结果的返回值在-π 到+π 或-0.5 到+0.5 个波长之间。这种计算光程差 (OPD) 的方法可能已经应用到一些明确的问题。然而，也不鼓励它的使用除非用户完全理解用这种方式计算光程差 (OPD) 的意思和结果。

[计算数据保存于 Session 文件] (Include Calculated Data in Session File)

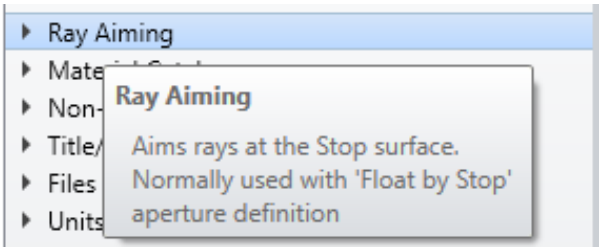
如果选择此选项，则将会在当前 Session 文件中缓存所有打开的分析窗口（序列模式）和/或所有探测器（非序列模式）计算的数据。由此在加载镜头文件时可恢复数据—大幅度减少文件加载所用的时间—但是也会增大与镜头文件关联的 Session 文件的大小。请注意，此设置将覆盖配置选项中默认的“计算数据保存在 Session 文件”设置。

注意：并不是所有的分析都支持在会话文件中缓存计算的数据。如果需要的是不支持的分析，请联系技术支持以寻求帮助。

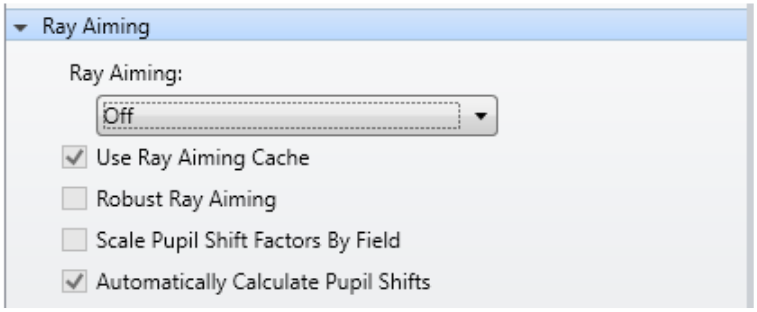
[光线瞄准] (Ray Aiming)

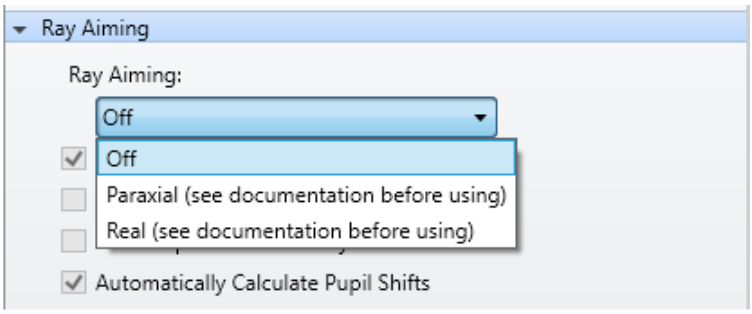
光线瞄准 (Ray Aiming) 只在序列模式下可用。

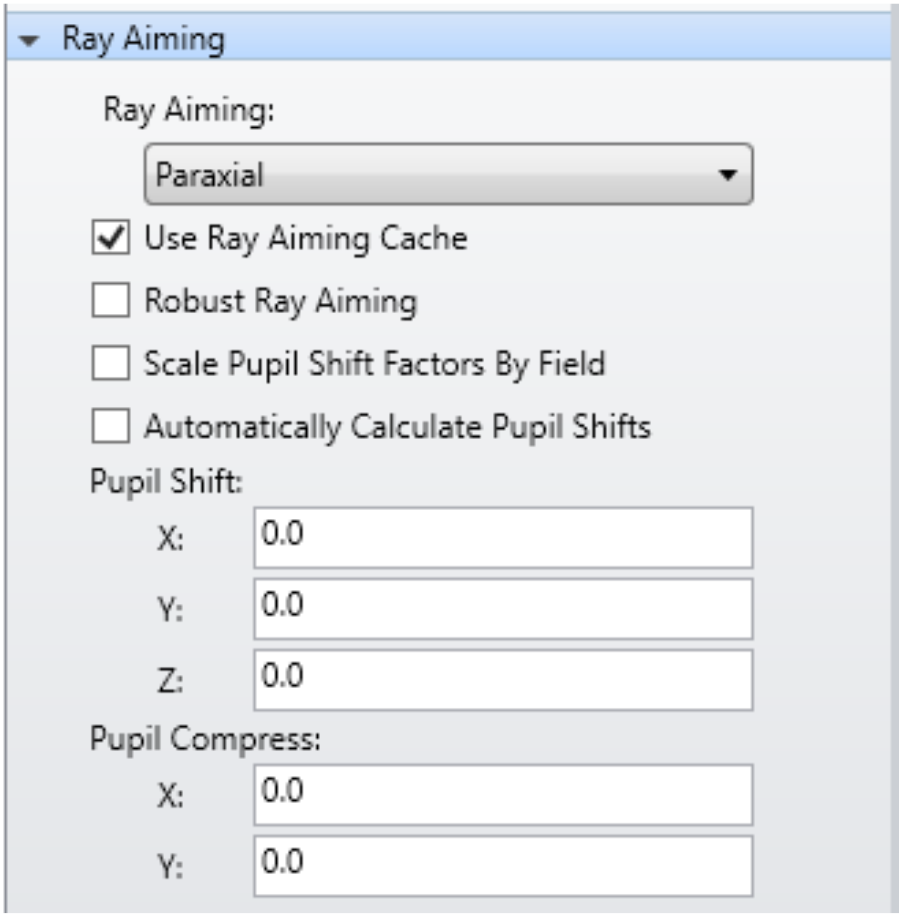


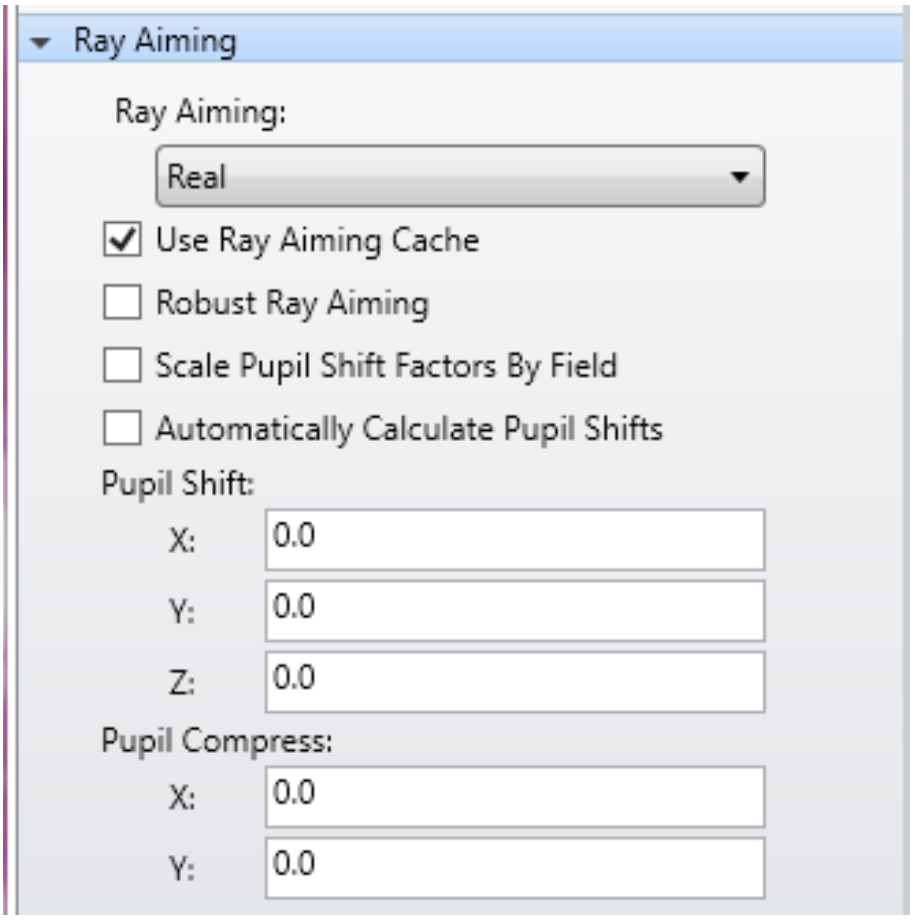


系统选项中可设置光线瞄准功能。这些控件可用于定义光线瞄准算法。




Ray Aiming
Ray Aiming:
Off
Off
Paraxial (see documentation before using)
Real (see documentation before using)
Automatically Calculate Pupil Shifts


Ray Aiming
Ray Aiming:
Paraxial
Use Ray Aiming Cache
Robust Ray Aiming
Scale Pupil Shift Factors By Field
Automatically Calculate Pupil Shifts
Pupil Shift:
X:
0.0
Y:
0.0
Z:
0.0
Pupil Compress:
X:
0.0
Y:
0.0



[光线瞄准] (Ray Aiming)

在 OpticStudio 中，光线瞄准是对光线追迹的一种反复算法，目的是为了找出对于给定的光阑尺寸正确通过光阑的物面光线。通常只有当出瞳（从物空间看到光阑的像）考虑像差、偏移或倾斜时，才需要光线瞄准。

[关闭光线瞄准] (Ray Aiming Off)

如果光线瞄准关闭，OpticStudio 将会使用轴上通过孔径设置确定的并在主波长计算的近轴入瞳尺寸和位置，来从物体表面发射光线。这表示 OpticStudio 忽略入瞳像差。对于具有中等视场角的小孔径系统，这是完全可以接受的。但是，对于某些系统（如 F/#很小或视场角很大的系统），可能会有很大的入瞳像差。光瞳像差的两个主要影响是光瞳的位置会随视场角发生偏移，以及光瞳的边缘会发生变形缩放。

OpticStudio 可以被命令使用光线瞄准消除光瞳像差。使用光线瞄准后，每条光线追迹是迭代执行

的，并且程序会调整物方空间的光线坐标或余弦，使光线能通过光阑面的正确位置。要确定光阑面的正确位置，必须计算光阑面半径。光阑面半径是通过在主波长上从物面中心到光阑面对边缘光线进行追迹来计算的。近轴或实际光线可以用在此追迹中来确定光阑面半径。

[近轴光线瞄准] (Paraxial Ray Aiming)

近轴光线被较好地规范，且近轴定义通常用于大多数的一级系统性能（如焦距、F/#和放大率），因此近轴光线也可以用来决定光阑尺寸。但是，对于那些有显著像差的光瞳来说，在近轴和实际光线光阑半径之间会有不同。这些系统会在实际光线和近轴光线系统孔径之间呈现出不同。例如，近轴物空间数值孔径可定义为 0.4，但实际光线的真实数值孔径可能是一个不同的值。

[实际光线瞄准] (Real Ray Aiming)

对于由系统孔径定义的有着物空间属性的实际光线来说，可以使用实际光线来代替近轴光线去决定光阑的半径。注意到，建立在光线瞄准基础上的实际光线在某些系统（如光阑位于焦散面中，或位于实际光线不能对全部入瞳直径或数值孔径追迹处）中将不会有效。如果实际光线瞄准引起了这些问题，则需设置光线瞄准为近轴（而非实际）。此外，如果实际光线因全内反射或其它原因而无法追迹到光阑，OpticStudio 将使用近轴光线来确定光阑半径，并在系统检查报告中包含对该效果的警告。注意，一旦光阑半径确定了，所有的光线都会被校准到光阑上的正确位置，不管近轴或实际光线是否被用来确定光阑的半径。

虽然实际光线瞄准比近轴入瞳定位更精确，但在运行的时候，大多数光线追迹将使用 2 到 8 倍的时间来完成。因此，只有需要时以及当近轴光线瞄准不考虑大多数光瞳像差时，才使用实际光线瞄准。

为确定系统中的入瞳像差量，关闭光线瞄准，然后查看光瞳像差曲线图。小于一定百分比的光瞳像差通常忽略不计。若系统中有较大的光瞳像差，则开启近轴光线瞄准，然后再查看光瞳像差曲线图。如果在开启近轴光线瞄准后仍然具有较大的光瞳像差，则更改为实际光线瞄准算法。像差将减少至零或接近零。当然要注意的是，实际上光线瞄准不会消除光瞳像差，它仅仅只是减少了。

要排除实际光阑尺寸计算的任何不确定性，可将光线瞄准设为近轴或实际，然后将系统孔径类型设为“光阑尺寸浮动 (float by stop size)”。这会排除任何光线追迹的需要以确定光阑尺寸，并且实际和近轴光线将会被同时精确校准到实际光阑上。

对于有着虚拟光阑面的系统，例如目镜，有效光阑位置和尺寸可能是波长的函数。对于这些系统，可以使用多重结构功能分别处理每个波长和系统孔径的定义。

[使用光线瞄准缓存] (Use Ray Aiming Cache)

若选中，OpticStudio 将缓存光线瞄准坐标以便新光线追迹能利用先前光线瞄准结果进行迭代计算。使用缓存能明显加速光线追迹。但是，使用缓存也需要精确追迹主光线。对于主光线不能被追迹的某些系统来说，应关闭缓存。如果选择“增强型光线瞄准 (Robust Ray Aiming (slow))”，则将强制使用“使用光线瞄准缓存 (Use Ray Aiming Cache)”。

[增强型光线瞄准(慢)] (Robust Ray Aiming (slow))

若选中本功能，OpticStudio 将使用一种更可靠但速度较慢的运算来校准光线。只有在缓存器打开，光线瞄准也失败时，此选项才应该被选中。除非光线瞄准缓存器打开，否则此开关不起作用。加强模式执行一个附加检查来确定现存的同一光阑面是否有多重光路，只有正确的一条被选中。这在大孔径、广角系统中是一个典型的问题，在这种系统的轴外视场也会出现一条通向光阑的虚拟路径，这会混淆光线瞄准迭代。

[光瞳漂移] (Pupil Shift)

对于一些广角或者高度倾斜或偏心的系统，若不帮助的话，光线瞄准功能将失效。因为是将近轴入瞳作为第一个估计值来追迹光线的。如果光瞳像差很严重，可能连第一个估计值都无法被追迹，更无法得到第二个更好的估计值，从而使算法中断。

本方法为光瞳关于近轴光瞳漂移量提供了粗略的推测，并针对近轴光瞳进行了压缩。由三个偏移分量组成：x、y 和 z；所有的测量值都以透镜为单位。还有两个压缩分量：x 和 y；这些是无量纲比例因子。这五个分量的默认值为零，可以通过修改这五个默认值来帮助算法寻找成功的光线瞄准初步估计

这些偏移量可以改变近轴入瞳校准点的中心。偏移量 z 的正值表示校准点在近轴光瞳的右边；负值表示在左边。大多数广角系统中都是左移光瞳。所提供的光瞳漂移量 z 与所追迹的视场角呈线性比例，因此光瞳漂移指的是全视场光瞳的偏移量。所有偏移量用镜头单位表示。

[自动计算光瞳漂移] (Automatically Calculate Pupil Shifts)

若选中，OpticStudio 会自动计算出实际入瞳和近轴入瞳之间的位置差异，以确定光瞳漂移因子的值。当光线瞄准开启后，将默认选中“自动计算光瞳漂移 (Automatically Calculate Pupil Shifts)”。如果不选中该选项，则需要手动设置光瞳漂移量 X、Y、Z。

如果光阑在物体的左侧，自动计算提供的信息不准确，且自动计算的偏移值为零。用户需要自己设置光瞳漂移。

[以视场缩放光瞳漂移] (Scale pupil shift factors by field)

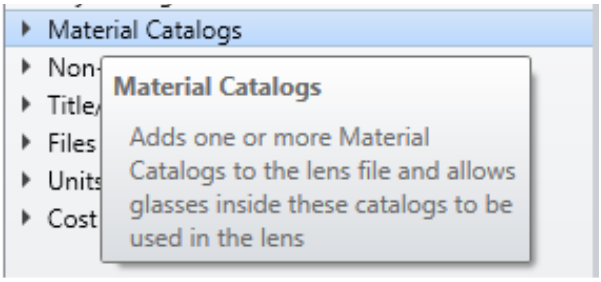
若选中，光瞳漂移量 x 和 y 也会随着视场缩放；否则，偏移量 x 和 y 会未经缩放地用于所有视场。所有偏移量用镜头单位表示。

[光瞳压缩] (Pupil Compress)

x 和 y 的压缩值通过改变近轴入瞳的相对坐标来反复迭代。值为零表示没有压缩量，值为 0.1 表示压缩了 10%。当实际的光瞳比近轴光瞳小时，压缩量非常有用，在近轴完整的光瞳大小下，光线追迹变得非常困难或不可能追迹。

需要理解的是：光瞳漂移的精确值和压缩值其实并不重要。一旦第一条估算光线可以被追迹，光线瞄准算法将粗略地找到精确的光瞳位置。光瞳漂移值和压缩值只是光线瞄准的开始。实际上，光瞳漂移值和压缩值都无法改变入瞳的大小。通常，推测光瞳漂移值和压缩值是决定其合适值的可用方法。

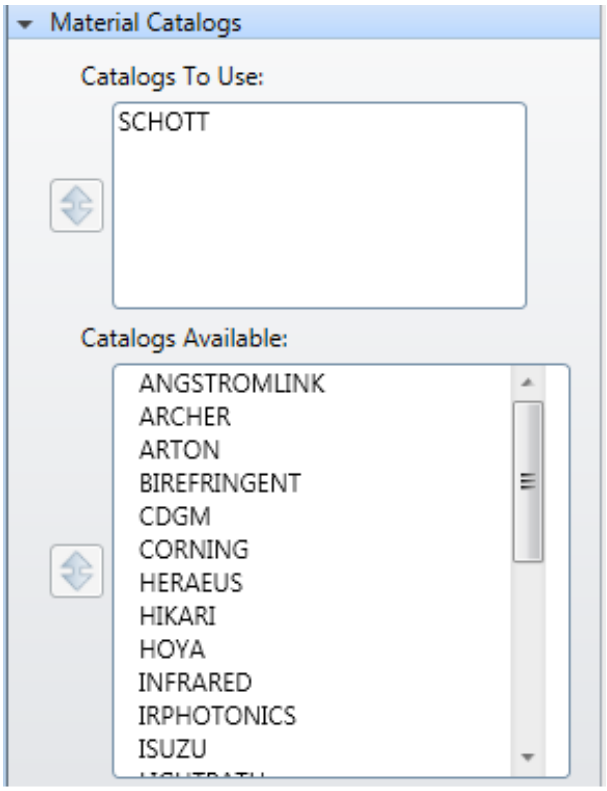
[材料库] (Material Catalogs)



系统选项中提供了这些可用的材料库选项。要访问材料库，必须将其放置在材料库文件夹中(请参阅文件夹)。

有关更改材料库的更多信息，请参阅使用材料库 (Using Material Catalogs)。

要设置默认材料库，请参阅配置选项窗口的编辑器部分，可从设置菜单中访问。



设置:

[当前玻璃库] (Catalogs To Use)

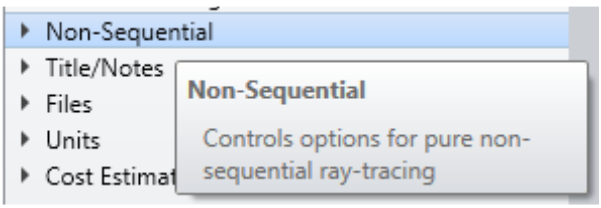
列出当前所使用的玻璃库的名称(不带文件扩展名)。

[可用玻璃库] (Catalogs Available)

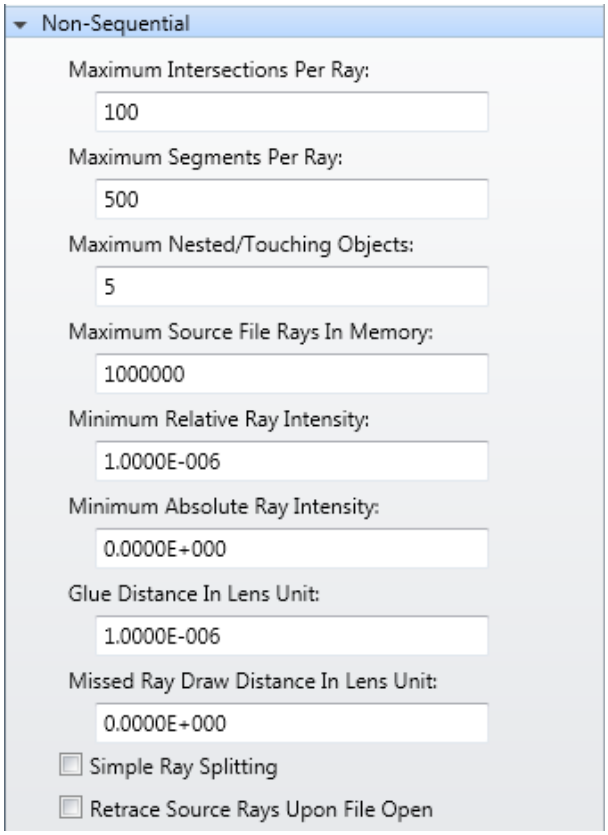
列出可用但当前未使用的玻璃库的名称。可以使用箭头按钮在这些列表之间来回移动玻璃库。

请注意，这些材料库是指“玻璃库”，而不是软件早期版本中的“材料库”。

[非序列（系统选项）] (Non-Sequential (system explorer))



系统选项中提供了以下非序列功能。此标签上的控制项用于定义在 NSC 组中光线如何追迹。



[每条光线的最大交点数] (Maximum Intersections Per Ray)

此控件可用于定义一条光线在沿着初始的光源母光线到最终与物体的交点这一路径时，它与物体相交的次数。如果使用光线分裂，这一参数控制从母光线分裂出的子光线的最大数目。
在一些系统中，比如光源放在反射球内，反射良好没有明显的吸收，光线会来回反射，直到这一极限次数。光线能量最终也会消耗掉。这些系统实际上是不可能存在的，因为没有反射或者传播是没有能量损耗的，除非是在真空中传递。允许的最大交点数为 4,000。

[每条光线的最大区段数] (Maximum Segments Per Ray)

这是指每条发射光线的最大区段数，而不是 OpticStudio 能够追迹的总区段数。一区段指光线从一个交点到下一个交点的光线路径的一部分。当光线由光源发出后，传播到第一个物体，这就是一个区段。如果光线分为 2 条，每条就成为另一段（现共有 3 段）。如果每条光线再次分裂，就会得到 7 个区段。一般情况下， 如果使用了光线分裂，区段数增长会比光线和物体交点的数目要快，

需要设置更大的数目。

必须明白从光源发出的每条光线能够达到的最大区段数。如果最大区段数为 1,000，发射的光线为 5,000 条，OpticStudio 可以保存 500 万段光线。所需的全部 RAM 大约为 140 字节乘以光线的最大区段数。将区段数设为 100,000 需要 14Mb 的 RAM。因此，不要将最大值随便设得太大，OpticStudio 最大允许 200 万。

请注意，即使是最小的区段个数，OpticStudio 还是可以追迹上百万条光线。最大区段数只是对于一根光线区段数的限制。大多数的 OpticStudio 功能一次只使用一条光线，所以需要的 RAM 由最大区段数决定，而不是追迹光线的数目。但是在阴影模式显示时例外，此时必须留下足够的 RAM 去保存绘出的所有光源的所有区段数。

[最大嵌套/密接] (Maximum Nested/Touching Objects)

此项定义了多少物体可以在另一个的里边，骑跨或直接连接在另一个物体的上限。例如，如果物体 3 在 2 里边，2 又在物体 1 里边，最大嵌套物体的数目就是 3。这种情况还可以是任何数目的物体组，每组是 3 嵌套。这一限制应用于任一组物体中的所有嵌套，但在 NSC 中可以有任意多组这样的物体。如果几个物体共边，例如多面体与一个面相接，那么最大的嵌套数至少应设为与物体数目一样大，这些物体是指在空间中有一个共用的点。

[内存中的最大文件型光源的光线数] (Maximum Source File Rays In Memory)

此参数为每个导入到内存中的文件型光源物体设置了最大的光线数目。建议值为 1,000,000 条光线；最小值为 5000 条光线。有关此设置怎样影响内存用量和光线随机性的详尽描述，请参阅非序列光源参考文件中的“文件型光源（Source File）”。

[最小相对光线强度] (Minimum Relative Ray Intensity)

当每条光线分裂时，能量就会减少。相对光强是对光线所携能量和能够追迹的能量的最小限制。这个参数是一个小数，比如 0.001，相对于由光源发出的起始光线强度。一旦子光线能量小于相对能量，光线就被终止。

[最小绝对光线强度] (Minimum Absolute Ray Intensity)

这一参数与最小相对光线强度很相似。只是它是用光源单位下的绝对强度表示，而不是相对于起始光线强度表示。如果为 0，绝对光强没有极限值。每条光线的初始强度是由光源强度除以光源内分析光线的总数得到的。输出光线的数目甚至是那些画在输出图中的光线都不会决定初始光线强度。

[用镜头单位表示的胶合距离] (Glue Distance In Lens Units)

当两个非序列物体粘在一起时，比如一个透镜与棱镜的某个表面粘接，数字环孔将会使光线追迹法则去探测两个物体之间的微小距离。当物体在三维空间中旋转并且由于在编辑器中输入了有限大的数值使得彼此靠得很近时，此种情况也会发生。

胶合距离是指物体之间可以接合上的距离。很重要的一点是，如果物体间距与胶合距离太接近，物体就不会被分开。如果有意要使两个物体相接，那么物体间最大间距必须比胶合距离小很多倍。如果有意要使两物体分开，那么物体间距要比胶合距离大很多倍。物体之间的间距接近于胶合距离时，会产生错误的光线追迹或者几何错误。这需要通过调整物体间距或者胶合距离来避免该情况。

胶合距离也决定了光线追迹的最小传播长度。如果光线与物体交点与前一个交点的距离小于胶合距离，则忽略这一交点。

胶合距离还用于与一般曲面光线追迹相关联的公差分析。OpticStudio 将会迭代，直到光线与表面截距的误差小于胶合距离的 1/5。

大部分情况下，对胶合距离不需要进行调整。胶合距离不得小于 1.0E-10，也不能大于 1.0E-03。

[镜头单位下错过光线的画出长度] (Missed Ray Draw Distance In Lens Unit)

这一参数定义了绘制错过所有物体的光线时使用的线段长度。OpticStudio 会画一段短的光线段表示光线的传播方向。参数同样控制了光源指示器箭头的绘出大小。若为零，当绘出此不通过物体

的光线和一些光源时，OpticStudio 会自动选用此参数的默认值进行绘图。

[简单的光线分束] (Simple Ray Splitting)

当一根光线入射到折射面时，通常一些能量会反射，另外一些能量会折射。如果简单的光线分束 (Simple Ray Splitting) 关闭，那么反射和折射光线都会被追迹。每根光线会得到一部分能量，这与折射界面的反射和透射系数有关。如果简单的光线分束选中，那么反射和折射光线中的一个会被追迹，不会两者同时都追迹。追迹反射还是折射光线是随机的，反射和透射系数可以认为是追迹该路径的相关概率。无论哪个路径被选中，反射或折射光线都会得到沿两条路径传播所需的全部能量。使用简单光线分束的优点是只需要追迹很少的光线，因此计算速度更快。缺点是所追迹的光线包含的详细信息较少。有关更多信息，请搜索帮助文件中的“光线分束 (Ray Splitting)”。

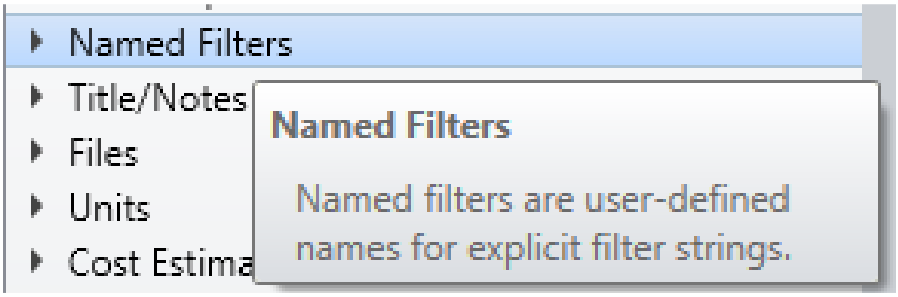
[文件打开时重新追迹光源的光线] (Retrace Source Rays Upon File Open)

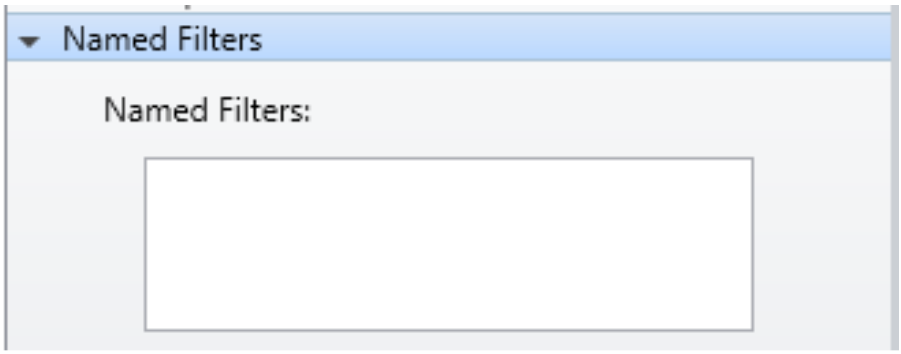
如果选中，那么NSC光源的光线在文件打开时会重新追迹。这能自动刷新探测器窗口。

[命名过滤器] (Named Filters)

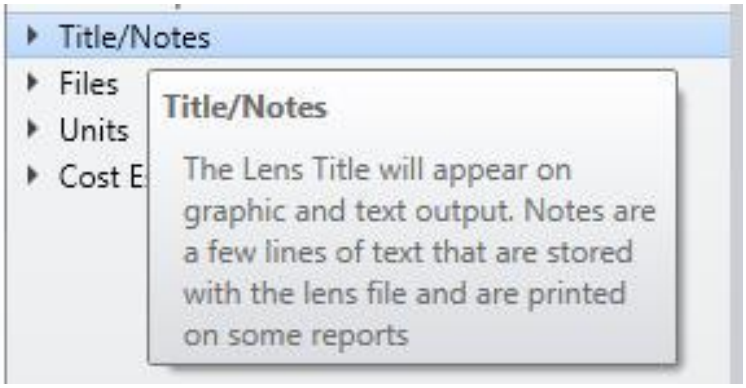
命名过滤器仅在非序列模式下可用。



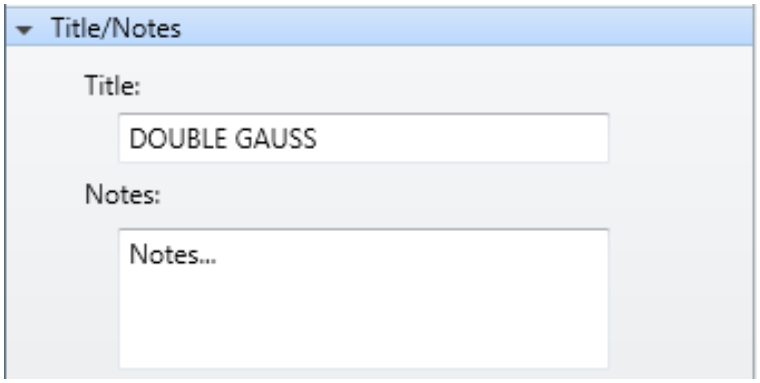




[标题/注释] (Title/Notes)



在系统选项中可以使用“标题/注释”字段。

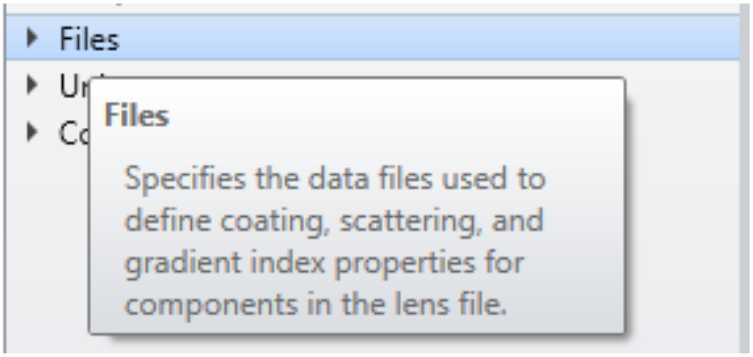


设置:

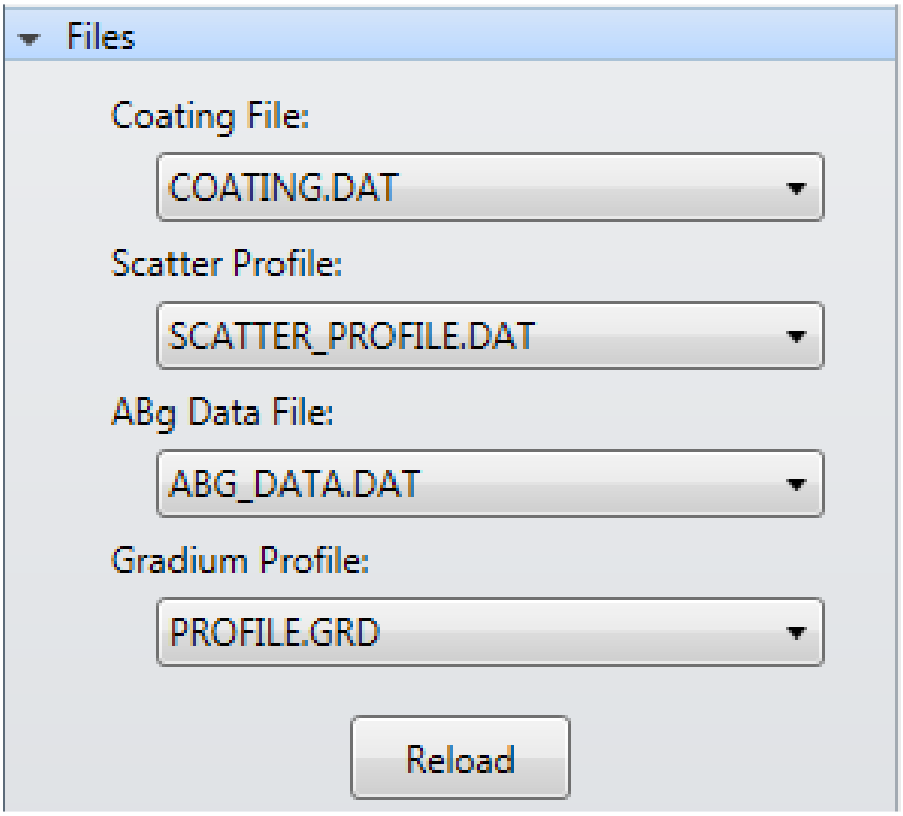
[镜头标题] (Lens Title) 镜头标题出现在曲线和文字输出中。标题是通过将标题输入到所需位置得到的。

[注释] (Notes) 注解部分允许输入几行文字，它们与镜头文件一起被存储。

[文件] (Files)



系统选项中提供了以下“文件”选项。此功能用于选择 OpticStudio 目录中包含该透镜的相关数据的文件。



设置：

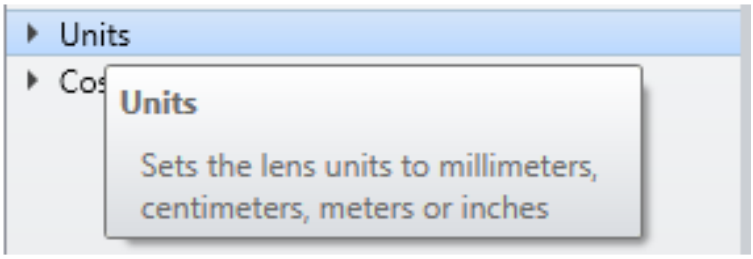
[膜层文件] (Coating File) 文件名在 COATINGS 目录下（参阅文件夹），包含膜层材料和透镜使用的每层定义。默认名称为 COATING.DAT。如果需要的话，每个镜头文件使用一个独立的膜层文件。

[散射文件] (Scatter Profile) 文件名在 PROFILES 目录下（参阅文件夹）。包含透镜使用的散射表面特性。从 NSC 物体特性对话框的散射标签下，可以增加新的散射特性或删除原有的散射特性。可参考“镀膜/散射标签”部分说明。默认名称为 SCATTER_PROFILE.DAT。如果需要的话，每个镜头文件使用一个独立的散射文件。

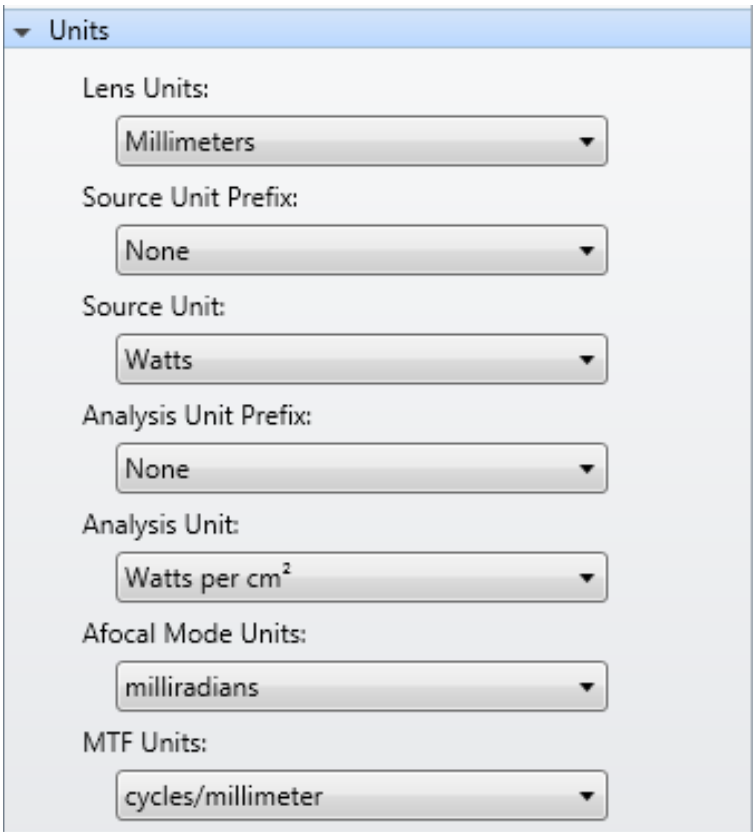
[ABg 数据文件] (ABg Data File) 文件名在 ABG-DATA 目录下（参阅文件夹），包含透镜使用的 ABg 数据定义。默认名称为 ABG_DATA.DAT。如果需要的话，每个镜头文件使用一个独立的 Abg 数据文件。

[渐变剖面] (Gradium Profile) 文件名在 GLASSCAT 目录下（参阅文件夹）。包含 GRADIUM 表面材料简介。默认名称为 PROFILE.GRD。关于 GRADIUM 简介的文件必须以扩展名 GRD 结尾。见“梯度 (GRADIUM™)”。

[单位] (Units)



系统选项中提供了以下“单位”设置。



[镜头单位] (Lens Units)

镜头单位定义了大部分电子表格编辑器中尺寸测量的单位。这些尺寸适用于半径，厚度，入瞳直径，非序列位置坐标以及其它许多 OpticStudio 的参数。

镜头单位有四种选择：毫米，厘米，英尺，或米。

对于大多数图像分析功能，例如光学特性曲线、点列图，显示的单位是微米，微米的符号 是 mμ。“Microns”这个概念在光学中经常用到。单位 micron 与 micrometers（微米）的意思相同。波长也是用微米表示。镜头单位的选择不会影响这些单位。

[光源单位] (Source Units)

光源单位定义为对非连续光源的光通量（功率）或能量的测量单位。此设置只用于非序列元件编辑器中定义的光源，以及用于在物理光学分析中定义光焦度和辐照度。光源单位可以是瓦特、流明或焦耳，单位前还可以加上前缀 femto、pico、nano、micro、 mili、kilo、mega、giga 或 tera。瓦特用来进行辐射度学分析，流明用于光度学分析。焦耳用于能量分析。 辐射度学和光度学单位的不同在于光度学单位是人眼对不同波长的反映。更多关于单位的信息参见下一节中的列表。

[分析单位] (Analysis Units)

分析单位定义了对辐照度（辐射）或光照度（光度）测量的单位。该设置只影响探测器上的数据，该探测器采集非序列元件编辑器中定义的光源发出的光线。辐照度单位是瓦特/面积，面积用平方米、平方厘米、平方毫米、平方英尺或平方英寸表示。光照度单位为流明/面积，能量密度单位为焦耳/面积。支持的单位前缀有 femto，pico，nano，micro，milli，kilo，mega，giga，或 tera。

以下是 OpticStudio 中辐射度学、光度学和能量单位的总结。

辐射度学、光度学和能量单位

辐射度学单位	**光度学单位**	**能量单位**
光通量 瓦特	光通量 流明	焦耳
辐射强度 瓦特/球面度	发光强度 流明/球面度=坎德拉	强度 焦耳/球面度
辐射照度 瓦/平方米 瓦/平方厘米 瓦/平方毫米 瓦/平方英尺 瓦/平方英寸	光照度 流明/平方米=勒克斯=米-坎德拉 流明/平方厘米=厘米-坎德拉 流明/平方英尺=英尺-坎德拉	辐射照度 焦耳/平方米 焦耳/平方厘米 焦耳/平方毫米 焦耳/平方英尺 焦耳/平方英寸
辐射辉度 瓦/球面度-平方米	辉度 流明/球面度-平方米	辐射辉度 焦耳/球面度-平方米

在光学行业（以及 OpticStudio）中一种不好的规约就是把两个完全不同的量都用术语“强度”表示。强度一般用在光学追迹和光学设计中，用来定义一条光线提供的能量，用瓦特或流明作单位。强度也用在照明和辐射领域， 但表示每单位球面度内的能量，单位为瓦/球面度或流明/球面度（坎德拉）。

OpticStudio 通过关联每根光线的通量值来进行能量追踪，它与电场矢量的平方相等并与光线有关。当这条光线遇到探测器时，OpticStudio 会计算像素的位置进一步计算辉度（通量/面积），并通过计算像素的球面度计算辐射强度（通量/立体角）。可以通过考虑 OpticStudio 所执行分析的性质来判断强度这两种用法的不同之处。

有关辐射度和光度单位的更多信息，请参阅在“OpticStudio 不能做什么?”中提到的的光学手册。

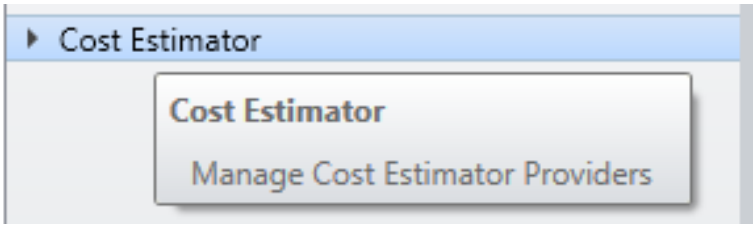
[无焦模式单位] (Afocal Mode Units)

无焦模式单位可以是微弧度，毫弧度，弧度，弧度秒（1/3600 度），弧度分（1/60 度）或度。有关无焦模式的更多信息，请搜索“无焦像空间 (Afocal Image Space)”的帮助文件。

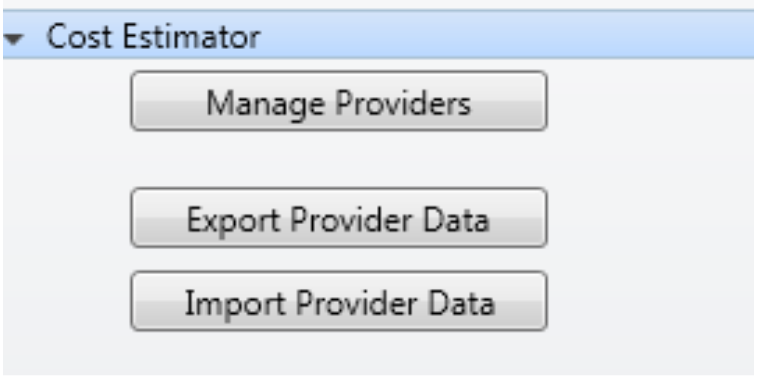
[MTF 单位] (MTF Units)

对聚焦系统的 MTF 单位可以是周期/毫米或周期/毫弧度。当使用周期/毫米时，MTF 用来计算在像面上像空间的空间频谱。当使周期/弧度时，MTF 用来计算物空间中角度的频谱。MTF 单位的选择影响所有 MTF 计算式的单位，包括分析，优化和偏差。在无焦模式下不用选择 MTF 的单位，它使用的是周期/无焦模式的单位。

[成本估计(系统选项)] (Cost Estimator (system explorer))



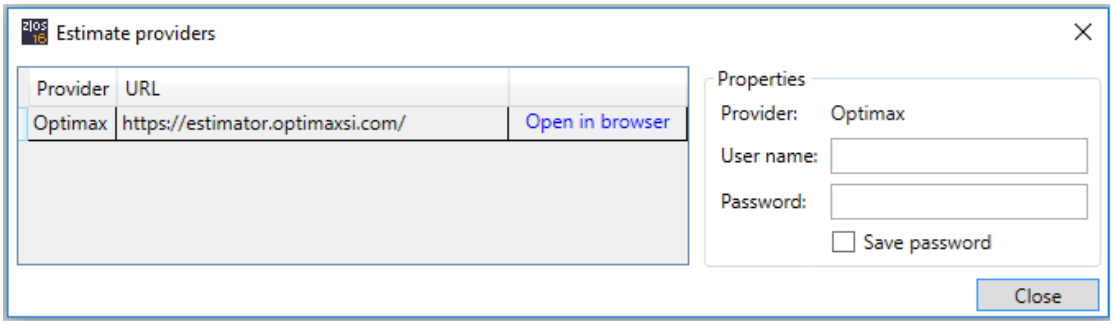
在系统选项中可设置成本估计。





供应商管理 Manage Providers Button:选择此按钮可打开估计供应商对话框，以编辑您的帐户信息

以供成本评估供应商使用。



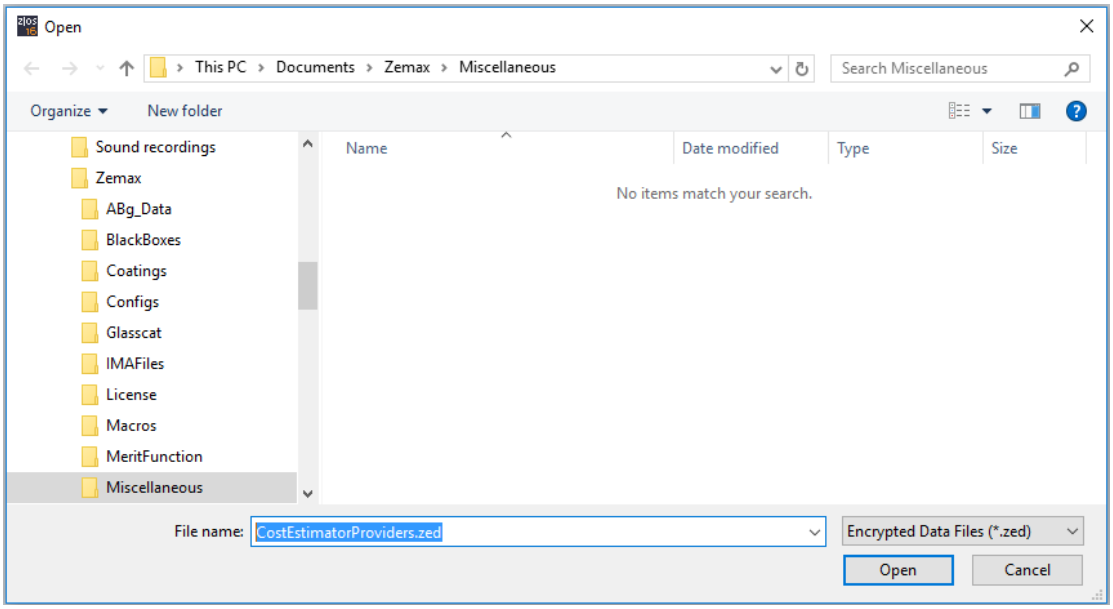
如果您还没有注册成本估算供应商的用户帐户，那么在 OpticStudio 中使用成本估计功能之前，请选择“在浏览器中打开”的链接在默认 web 浏览器中加载网站。为了保存不同 OpticStudio 会话之间的用户登录信息，请确保检查“保存密码”复选框。



供应商导出 Export Provider Data Button:选择此按钮，能以加密文件格式导出供应商登录凭据，以便移植到其它计算机或与之信任的同事共享。

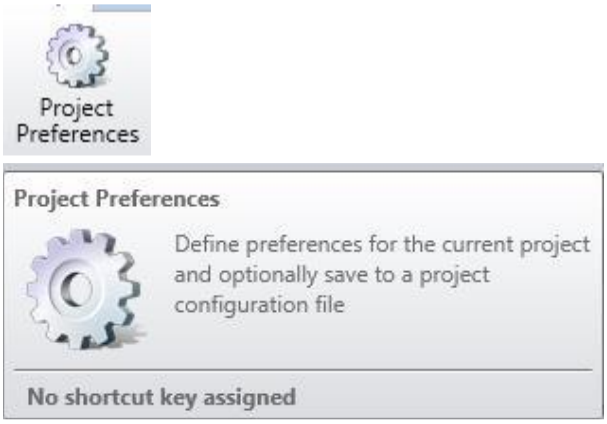


供应商导入 Import Provider Data Button:选择此按钮，可从之前从 OpticStudio 导出的加密文件中导入供应商登录凭据。



有关更多信息，请参阅“成本估算”。

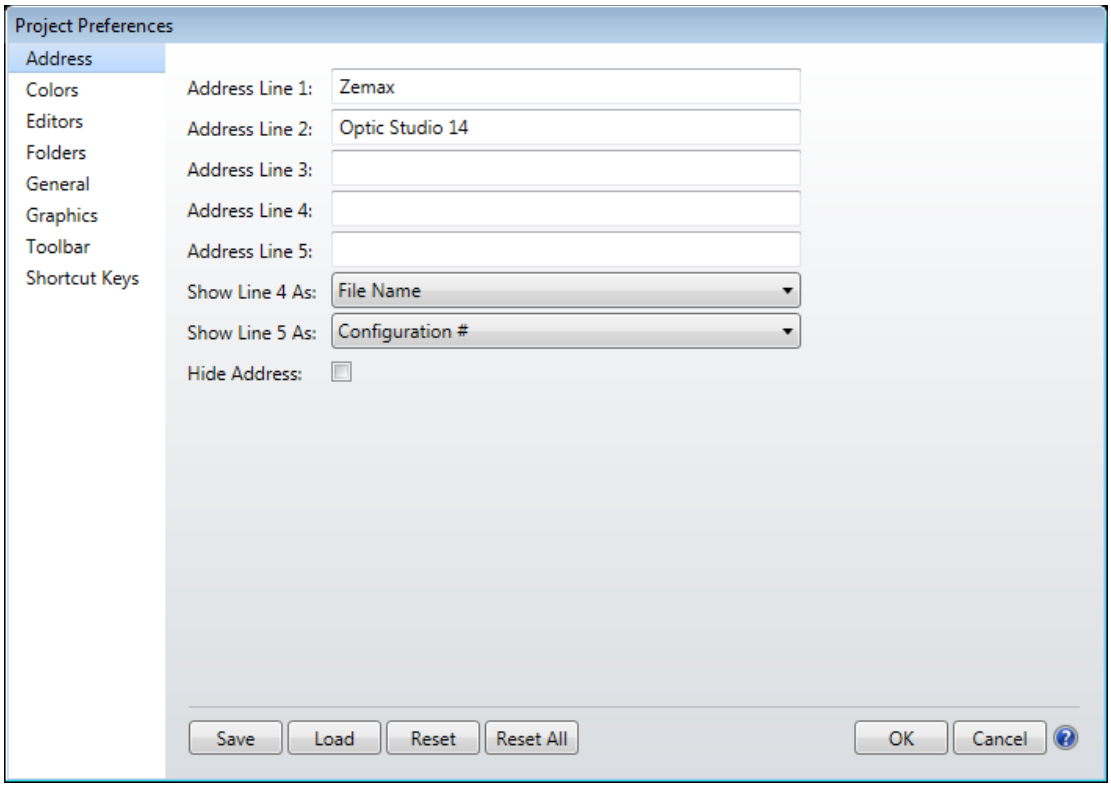
[配置选项(系统组)] (Project Preferences (system group))



配置选项在设置菜单的系统部分中可以找到。配置选项 (Project Preferences) 按钮可打开一个窗口，用户可以在其中定义当前项目的配置选项，并保存到项目结构文件中。

[地址栏(配置选项)] (Address (project preferences))

在配置选项窗口中可以进行地址栏设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。这些设置决定了“地址栏 (address)”如何显示。地址栏可用来显示用户定义文字，比如公司名称和图纸序号等。地址栏出现在大部分图形窗口的右下角。



设置：

[地址行 1] (Address Line 1) 在地址框中显示的第一行文字。

[地址行 2] (Address Line 2) 在地址框中显示的第二行文字。

[地址行 3] (Address Line 3) 在地址框中显示的第三行文字。

[地址行 4] (Address Line 4) 没有选择文件名或变焦位置时，在地址框中显示的第四行文字。

[地址行 5] (Address Line 5) 没有选择文件名或变焦位置时，在地址框中显示的第五行文字。

[显示地址行 4 为] (Show Line 4 As) 选择输入上述文本、文件名称、结构#。

[显示地址行 5 为] (Show Line 5 As) 选择输入上述文本、文件名称、结构#。

[隐藏地址] (Hide Address) 如果被选中，则地址框不会显示。

按钮功能

[保存] (Save) 将当前设置保存到 OpticStudio 结构文件中。

[载入] (Load) 允许用户加载先前保存的结构。

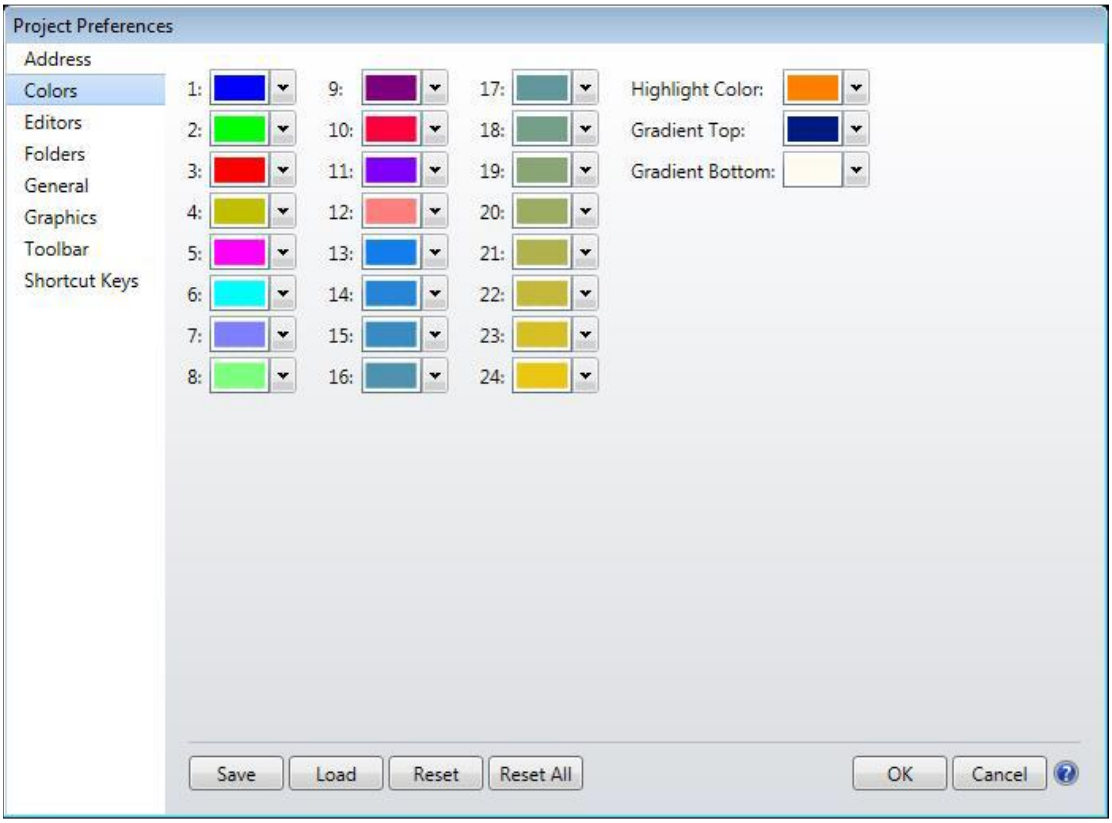
[重置/全部重置] (Reset/Reset All) 重置配置选项的一个或所有部分。

[确定] (OK) 关闭窗口并在不保存的情况下实施更改。

[取消] (Cancel) 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

[颜色] (Colors)

在配置选项窗口中可以进行颜色设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。这些设置用来定义在不同的电子表格编辑器中，图形和背景颜色的使用。



设置：

在画光线扇形图、点列图和其它图形时，使用不同的颜色来区分不同波长或视场的位置。例如，通常波长或视场 1 使用颜色 1 表示，视场或波长 2 使用颜色 2 表示，依此类推。当在电子表格编辑器中使用了定义的颜色时，OpticStudio 将自动用白色来调配颜色以使文章变得更加清晰易读。

[高亮颜色] (Highlight Color) 用来显示在镜头编辑器 LDE 或非序列元件编辑器 NSCE 中的当前面和非序列组件。

[顶部/底部渐变] (Gradient Top/Gradient Bottom) 这些颜色被用来定义实体模型显示中的渐变背景填充颜色。

按钮功能

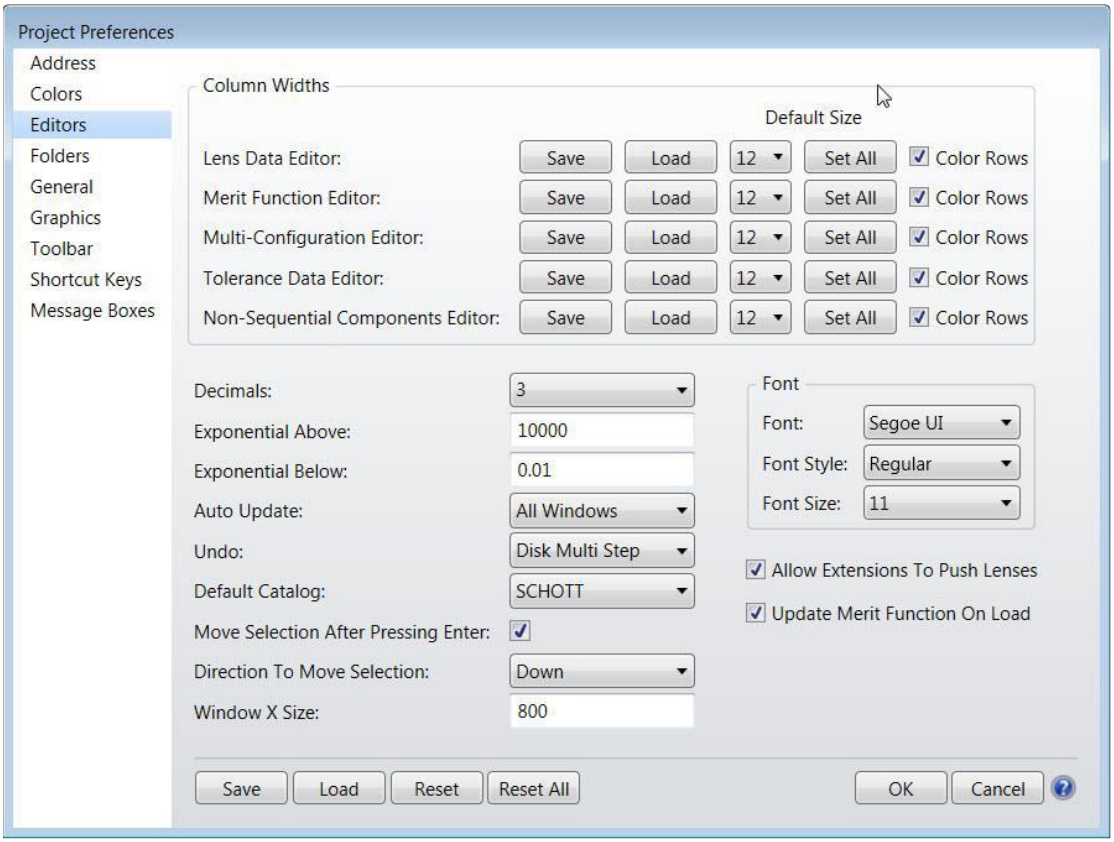
[保存] (Save) 将当前设置保存到 OpticStudio 结构文件中。

[载入] (Load) 允许用户加载先前保存的结构。

[重置/全部重置] (Reset/Reset All) 重置配置选项的一个或所有部分。
[确定] (OK) 关闭窗口并在不保存的情况下实施更改。
[取消] (Cancel) 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

[编辑器] (Editors)

在配置选项窗口中可以进行编辑器设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。这些设置决定表格式编辑器的特性。如果编辑器单元格尺寸太小，不能显示每个单元格的所有数据时，会用一个星号“*”来代替截断的数据。



单个编辑器设置

[保存] (Save) 保存指定编辑器的当前宽度设置。
[载入] (Load) 重新加载指定编辑器的最后保存的宽度设置。
[单元格大小] (Cell Size) 指定编辑器中的单个编辑单元的字符宽度。
[全部设定] (Set All) 将用户选择的单元格大小应用到编辑器中的所有单元格。
[行颜色] (Color Rows) 如果选中，则在指定的编辑器电子表格中的列会编为有色彩的。请参阅“行颜色”。

其他设置

[小数点精度] (Decimals) 此选项可设置在编辑器中显示的小数位数。选择“Compact”会改变显示的小数位数，以减小显示数字所需的空间。

[以上/以下指数化] (Exponential Above/Below) OpticStudio 按定点小数或指数（科学型）显示数值。如果数的绝对值是 a（大于或等于“指数上”值）或 b（非零但小于或等于“指数下”值），那么这个数值就按指数显示，否则按定点小数使用。

[自动更新] (Auto Update) 决定 OpticStudio 对编辑器数据怎样、何时进行更新。“None”选项表示瞳面、求解值和其它镜头数据只有在所需的数据窗口选择的“更新 (Update)”按钮打开时才会更新。这通常是出于性能方面的原因，或者是因为系统可能处于无效的中间状态，而使大量的错误消息没有使其得到帮助。

如果系统包含多种组态:
1）在多重结构编辑器中进行更改时，由于系统没有更新，此更改不会在镜头数据编辑器中反映出来，包括处理多重结构编辑器时来覆盖系统值。
2）另一方面，当在镜头数据编辑器中更改时，此更改将反映在多重结构编辑器中。这并不是为了“隐藏”从接口中对系统的更改。
“Update”选项会在新数据输入到镜头编辑器或多重结构编辑器后进行更新。
“Update All”会在新数据输入时，使所有窗口都更新。
注意到，配置选项中的自动更新设置，设置了新的镜头文件的默认选项。通过在镜头数据编辑器工具栏中更改更新模式、非序列元件编辑器工具栏、多重结构编辑器工具栏或系统资源管理器，可以在任何打开的镜头文件中覆盖此设置。

[默认玻璃库] (Default Catalog) 使用默认玻璃库的名称。参阅“玻璃库 Default Catalog”。

[回车换行/换行方向] (Move Selection After Pressing Enter / Direction To Move Selection) 在编辑器单元格中按下回车键后，该设置可指定选定相邻单元格。可用选项位：向下、向右、向上和向左。

[窗口尺寸 (X)] (Window X Size) 当在浮动模式下打开时，“窗口尺寸 (X)”设置为编辑器窗口的默认尺寸。每个窗口的 Y 高度将自动设置为与窗口尺寸 (X) 保持特定的比率。

[字体] (Font) 选择编辑器显示的字体、字形和大小。要更改基于图形分析窗口中的显示文本，请参阅配置选项的“图形”部分。要更改基于文本分析窗口中显示的文本，请参阅配置选项的“常规”部分。

[允许外部程序修改透镜数据] (Allow Extensions to Push Lenses) 若选中，OpticStudio 扩展功能可以在没有提示和警告时将镜头编辑器中的数据替换。但在使用 OpticStudio 扩展功能时，一般不要

选中该选项。有关扩展的更多信息，可参考“扩展 (Extensions)”部分。

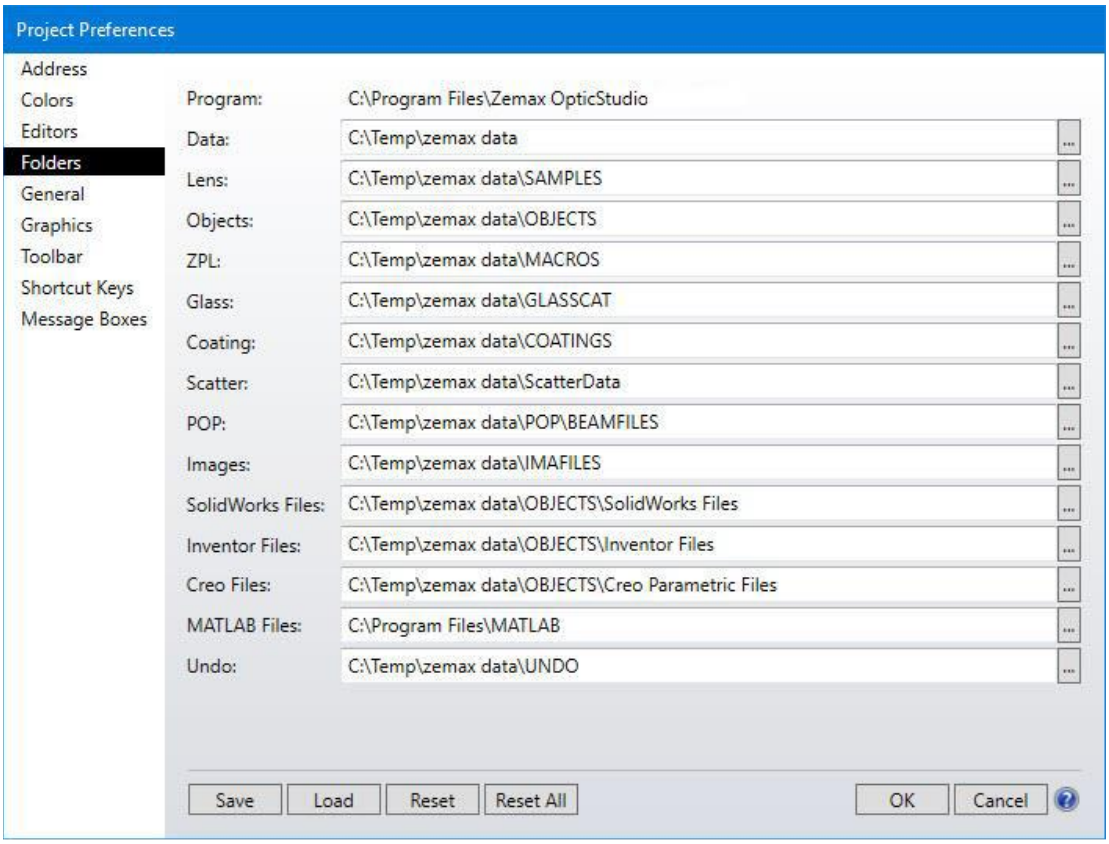
[加载优化函数时更新] (Update Merit Function On Load) 控制 OpticStudio 更新评价函数编辑器数据的时间。

按钮功能

[保存] (Save) 将当前设置保存到 OpticStudio 结构文件中。
[载入] (Load) 允许用户加载先前保存的结构。
[重置/全部重置] (Reset/Reset All) 重置配置选项的一个或所有部分。
[确定] (OK) 关闭窗口并在不保存的情况下实施更改。
[取消] (Cancel) 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

[文件夹] (Folders)

在配置选项窗口中可以进行文件夹设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。这些设置决定 OpticStudio 在何处放置和寻找某一类型文件。



文件夹的结构

OpticStudio 使用两个主要的文件夹存储程序文件和数据。OpticStudio 应用程序通常存储在程序文件夹 C:\Program Files\Zemax OpticStudio 中。此文件夹决定于用户的安装，但通常不需要改变。这个文件夹叫做“Program”文件夹，并将其称为<program>。

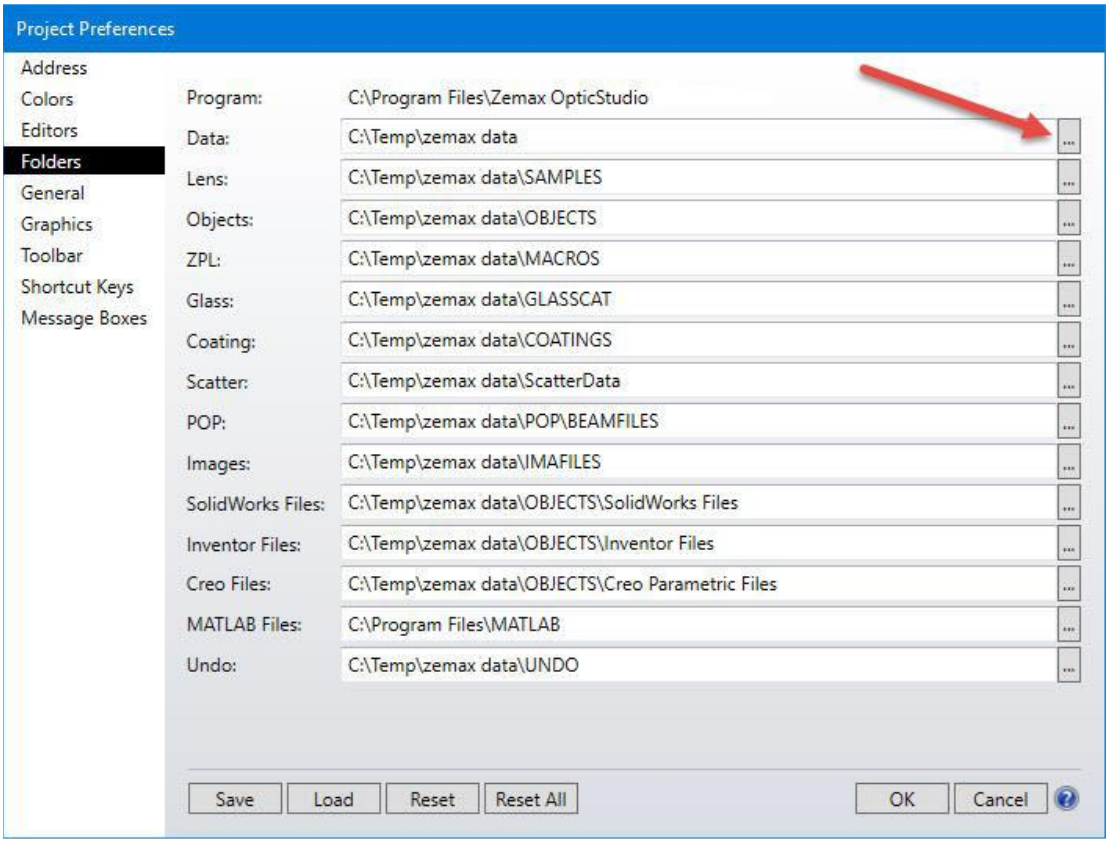
其它用户数据文件、动态链接库 (DLL) 文件、OpticStudio 扩展的可执行文件、许可证和结构信息，以及默认的 OpticStudio 示例文件都存储在第一次启动 OpticStudio 时选择的根文件夹中。OpticStudio 将显示此根文件作为“Data”文件夹，并将其称为<data>。

选择一个文件夹存储 OpticStudio 数据文件

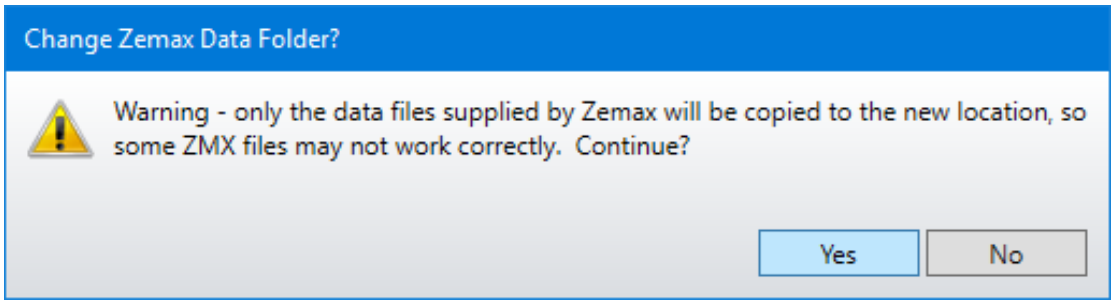
当第一次启动 OpticStudio 时，将会提示你为你的<data>文件夹选择一个位置。建议在你的帐户的“Documents”文件夹中选择或创建一个名为“Zemax”的文件夹。通常路径为 C:\users\username\Documents\Zemax)。使用这个文件夹可以方便访问，并且它是一个通常被大多数备份软件和公司 IT 部门选择备份的文件夹。对于 OpticStudio 云，<data>文件夹在默认情况下将被设置为“P:\Zemax\”。出于速度的原因，OpticStudio 云的默认“Undo”文件夹被设置为本地虚拟机驱动“C:\Users\Mainframe2\Documents\Zemax\UNDO”。如果需要的话，这些文件夹的位置可以改为“Dropbox”文件夹。

修改<data>文件夹位置

“……”按钮可用于浏览和选择所需的文件夹。



在选择了一个新文件夹之后，将得到以下提示:



正如以上信息所表明的那样，当你改变了<data>文件夹后，它将把 Zemax 提供的默认数据文件复制到新的文件夹中。它还将所有下面的单独文件夹的选择重新设置为新的<data>文件夹下的子文件夹。因此，如果你以前更改了这个列表中其他文件夹的位置（例如镜头文件、实体文件、ZPL 宏文件…），你将需要再次更改它们。

修改单个文件夹位置

对于镜头文件、实体文件、ZPL 宏文件、玻璃库、膜层、POP、图像、散射、CAD、MATLAB 和撤消文件的文件夹，都可以在这些默认的属性页面中单独修改。“…”按钮可以用来浏览并选择所需要的文件夹。

请注意，如果默认的文件夹名称被修改了，那么使用 OpticStudio 新版本的任何更新的文件都不会自动地更新到新的文件夹中。由于这个原因，建议如果修改了文件夹名称，不会有文件包括 OpticStudio 发布的（例如 SCHOTT.AGF）在修改的文件中使用。

<data>文件夹中能重新定位的文件夹

[镜头文件] (Lens) 透镜文件的文件夹。
[实体文件] (Objects) 非序列元件物体、光源、孔径和其他文件的文件夹。
[ZPL 宏文件] (ZPL) 宏文件。宏文件也可以被放置在某指定文件中的子文件里。
[玻璃] (Glass) 玻璃库文件的文件夹。
[膜层] (Coating) 膜层定义文件的文件夹。
[散射文件] (Scatter) 散射数据文件的文件夹。
[POP 文件] (POP) POP ZBF 光束文件的文件夹。
[位图文件] (Images) 像模拟 IMA，BMP，JPG 和 PNG 文件夹。
[SolidWorks 文件] (SolidWorks Files) SolidWorks *.SLDPRT 和*.SLDASM 文件的文件夹。
[Inventor 文件] (Inventor Files) Autodesk Inventor *.IPT 和*.IAM 文件的文件夹。
[Creo 文件] (Creo Parametric Fies) Creo Parametric *.PRT 和*.ASM 文件的文件夹。
[MATLAB 文件] (MATLAB Files) 安装了 MATLAB 可执行文件的文件夹。
[撤销] (Undo) 撤销透镜文件的文件夹。

<data>文件夹中无法重新定位的文件夹

如果更改了<data>文件夹，下面的文件夹将只包含 ZEMAX 附带的默认文件。如果你已经添加了自己的文件，则需要将它们手动移动到新<data>文件夹中正确的子文件夹中。

[自动保存] (Autosave) 这是一个定期自动保存文件的文件夹，以防 OpticStudio 意外关闭。

[配置] (Configs) 包含配置选项布局文件和 SNTLCONFIG.XML 文件，用于允许对黑色 USB 网络许可证的访问。

DLL 动态链接库文件都提供了 OpticStudio 和添加用户定义的功能，以及 OpticStudio 扩展的可执行文件，这些文件都存储在这个文件夹内的 DLL 文件夹中。不能修改 DLL 文件夹的位置。

[许可] (License) 许可数据文件（包括支持日期信息）

[扩展] (Extend) DDE 扩展示例文件

UDO 用户定义了用于 DDE 扩展的操作数

ZOS_API ZOS_API 示例

按钮功能
[保存] (Save) 将当前设置保存到 OpticStudio 结构文件中。
[载入] (Load) 允许用户加载先前保存的结构。
[重置/全部重置] (Reset/Reset All) 重置配置选项的一个或所有部分。
[确定] (OK) 关闭窗口并在不保存的情况下实施更改。
[取消] (Cancel) 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

[OpticStudio 的文件扩展名（文件名后缀）] (OpticStudio File Types by Extension)

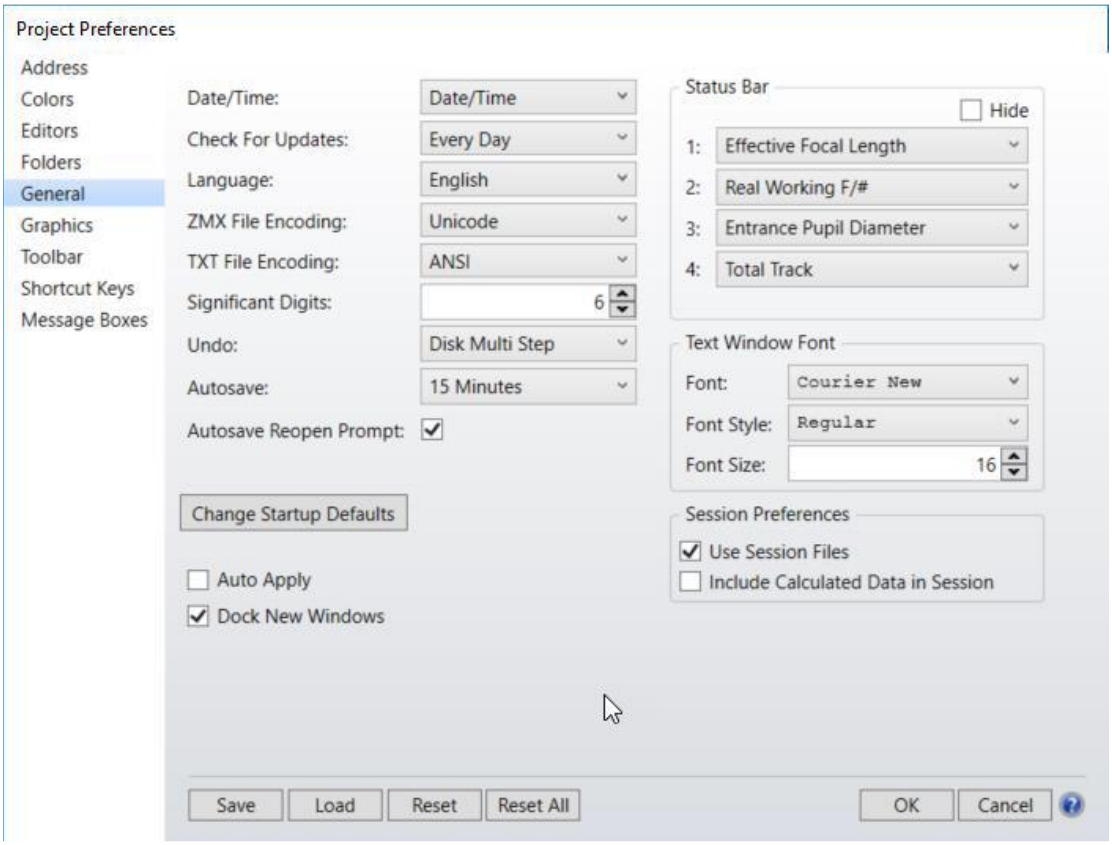
下表列出了 OpticStudio 所使用的文件扩展名，以区别不同的文件类型。

扩展名	描述
AGF	ANSI 玻璃格式。这些文本文件包含了玻璃库的数据。使用文本格式便于在 OpticStudio 的新版本中添加数据。
ANN	注释文件。这种二值文件存储了用户对 OpticStudio 图形的定义。
BGF	二值玻璃格式。为了加快 AGF 的存取速度，OpticStudio 将 AGF 文件转换为 BGF 文件，它是版本不同的二值玻璃图。
C	C 语言源代码文件。
CFG	结构文件，OpticStudio.CFG 是主结构文件，描述了在环境对话框中用户选定的选项。还有许多以 CFG 结尾的文件，如 RAY.CFG，它包含了用户定义的光栅图。
DLL	动态链接库文件。这些文件是在运行时连接

	到 OpticStudio 中的外部程序。一般用于实现用户自定义面、物体或其他功能。
EXE	可执行文件。这包含了主程序，OpticStudio.EXE，其他可执行程序以及 OpticStudio 使用的实用程序。
IGS, IGES	初始图形交换说明 (IGES) 文件。
IMA	图像文件，用于像质分析。
NOT	元件图注释文件。
POB	NSC 物体中的多边形物体定义文件。
SES	这些文件是 OpticStudio “session”文件，它定义了显示结构，打开的窗口和每个保护的 ZMX 透镜文件的设置。
STP, STEP	STEP 文件是 CAD 格式的文件，用于描述立体模式数据。
TPD	测试数据样板数据文件。这些包括了由各光学装配商提供的测试样板列表，还被用于测试样板匹配数据。
ZBF	ZEMAX 光束文件。这些用于物理光学传播 (POP)功能。
ZAR	Zemax 存档文件。包括 *. ZMX 镜头文件，以及单个存档文件中的所有相关文件。
ZDA	这些文件是 OpticStudio “session”文件，用于定义显示结构，并打开保存的每个 ZMX 镜头文件的窗口和设置。
ZMF	ZMF 是 ZMX 的编辑格式文件，用于定义玻璃库中的透镜。
ZMX	ZMX 文件用于存储透镜数据。ZMX 文件是一个文本文件，它包含了完整的透镜描述，包括孔径、波长、命令数据和评价函数。
ZPL	ZEMAX 编程语言宏命令。

[常规] (General)

在配置选项窗口中可以进行常规设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。



设置:

[日期/时间] (Date/Time) 选择“无”表示无日期或时间，选择“日期”仅表示日期，选择“日期/时间”表示在图和图形上同时显示日期和时间。

[检查更新] (Check For Updates) 选择 OpticStudio 检查是否有新版本的 OpticStudio 更新的频率。可以从 www.zemax.com 下载更新。OpticStudio 需要活动互联网连接才能检查更新。帮助菜单下的“检查更新”按钮可用于随时检查更新。

[语言] (Language) 可以选择英语、日语、中文或俄语。此设置可更改 OpticStudio 的用户界面语言。并非所有的功能都支持英语以外的语言。

[ZMX 文件编码] (ZMX File Encoding) 为了支持除英语以外的用户界面语言，OpticStudio 默认对大多数文件使用 Unicode 文件编码，包括 ZMX 文件。此控件允许使用 ANSI(也称为 ASCII)编码来编写 ZMX 文件。使用 ANSI 可以让 OpticStudio 的旧版本读取由 OpticStudio 更新的版本所创建的 ZMX 文件。但是，不建议使用 OpticStudio 旧版本来读取 OpticStudio 新版本的文件，因为新版本的数据格式可能与旧版本不完全兼容。通常，Session 和 CFG 文件与 OpticStudio 旧版本文件不兼容。ANSI 编码只能在界面语言为英语时使用。

[文本文件编码] (TXT File Encoding) 此设置可控制使用“保存文本”菜单选项（参见“文本窗口操作”）保存的文本数据是使用 ANSI 还是 Unicode 文件编码。有关 Unicode 文件编码的详述，请参阅“ZMX 文件编码”。ANSI 编码只能在界面语言为英语时使用。此处没有明确提及的任何文件类型都使用 Unicode 编码，除非另有说明。OpticStudio 可以使用 CONVERTFILEFORMAT ZPL 关键字将任何文本文件从 Unicode 编码转换为 ANSI 编码，反之亦然。请参阅“CONVERTFILEFORMAT”。

[有效数字] (Significant Digits) 此设置控制了所有编辑器和分析对话框中显示的有效数字位数。例如，如果将有效数字位数设置为“3”（默认值），且透镜数据编辑器中的表面孔径半径为 1.2345，那么显示的值将为 1.23。

[自动应用] (Auto Apply) 此设置可确定各个分析窗口设置中的“自动应用”选项的默认设置（选中或关闭）。

[布局新窗口] (Dock New Windows) 在工作区，停靠窗口与浮动窗口之间进行切换。

[撤销] (Undo) 撤销功能有三个可选状态：无 (None) 、每一步都存储 (Memory 1 Step) 和 磁盘多步存储 (Disk Multi Step) 。有关更多信息，请参阅“使用编辑器”。

[自动保存] (Autosave) 在自动保存之间的时间间隔。自动保存功能将会保存一个.ZMX 文件，就像在撤销功能中概述的一样，而且在指定的时间间隔内保存一个.ZDA 文件。这些文件将被保存到 Autosave 文件夹中。自动保存功能的详细信息可以在“自动保存功能”中找到。

[自动保存重启提示] (Autosave Reopen Prompt) 检测到自动保存文件时，确定 OpticStudio 是否显示自动保存对话框。如果提示符被禁用，该文件将仍然存在于自动保存文件中。

[状态栏] (Status Bar) 这些设置可确定在 OpticStudio 状态栏中显示的值，或者是否隐藏状态栏。可以设置 4 个区域用来显示不同的数据，如有效焦距 (EFL)、入瞳直径 (EPD)、实际工作 F/#等等。

[文本窗口字体] (Text Window Font) 用于基于文本分析窗口的字体类型、样式和大小，例如光线扇形图文本列表。要更改基于图形分析窗口中显示的文本，请参阅配置选项中的“图形 (Graphics) ”部分。要更改编辑器中显示的文本，请参阅配置选项中的“编辑器 (Editors) ”部分。

[使用 Session 文件] (Use Session Files) 如果选中，所有打开的窗口都将关闭，当加载新的镜头文件时，新窗口将被打开并恢复到原始位置。如果取消选中，将加载文件但不更改打开窗口的布局。

[计算数据保存于 Session 文件] (Include Calculated Data in Session) 此设置决定了如何将数据保存在 Session 文件中的默认设置。如果选中此项，则会在 Session 文件中缓存所有打开的分析窗口（序列模式）和/或所有检测器（非序列模式）中计算的数据。这将允许在加载镜头文件时恢复数

据——显著减少文件加载的时间——但增加了与镜头文件相关联的 Session 文件的大小。请注意，此设置只影响默认行为，即在开始新设计时，是默认选择还是取消选择系统选项中的类似命名设置。最终，系统选项的设置决定了是否将计算数据保存到任何特定的 ZMX 文件的 Session 文件中。

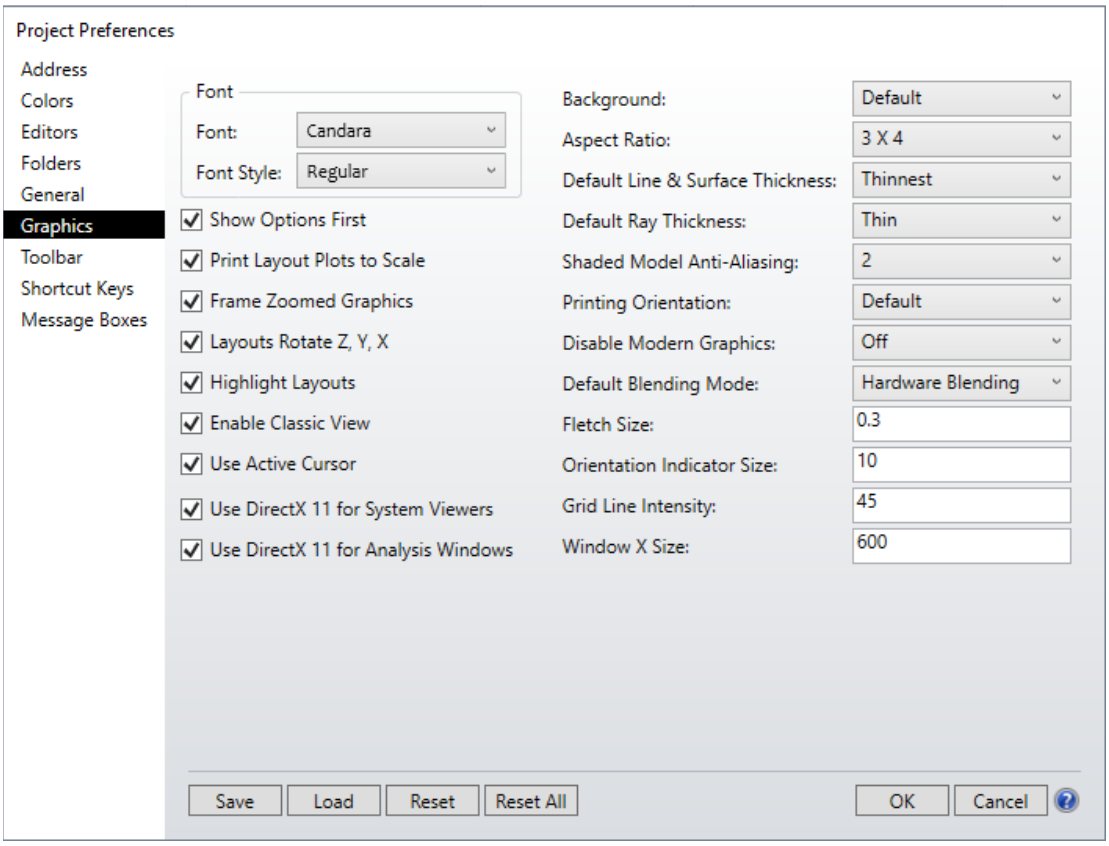
注意：并不是所有的分析都支持在 Session 文件中缓存计算的数据。如果需要的分析不支持，请联系技术支持。

按钮功能

[保存] (Save) 将当前设置保存到 OpticStudio 结构文件中。
[载入] (Load) 允许用户加载先前保存的结构。
[重置/全部重置] (Reset/Reset All) 重置配置选项的一个或所有部分。
[确定] (OK) 关闭窗口并在不保存的情况下实施更改。
[取消] (Cancel) 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

[绘图（配置选项）] (Graphics (project preferences))

在配置选项窗口中可以进行图形设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。这些设置决定了 OpticStudio 大部分图形窗口的大小、颜色和动作。



设置

[字体/字形] (Font/Font Style) 可选择图形的字体名称和样式。

[新建绘图时显示设置] (Show Options First) 如果此选项被选中，在任何计算、显示分析图形或文字之前，将会出现设置框。

[按比例打印视图] (Print Layout Plots to Scale) 自动调整打印图形的大小，使输出与系统的真实大小相匹配。

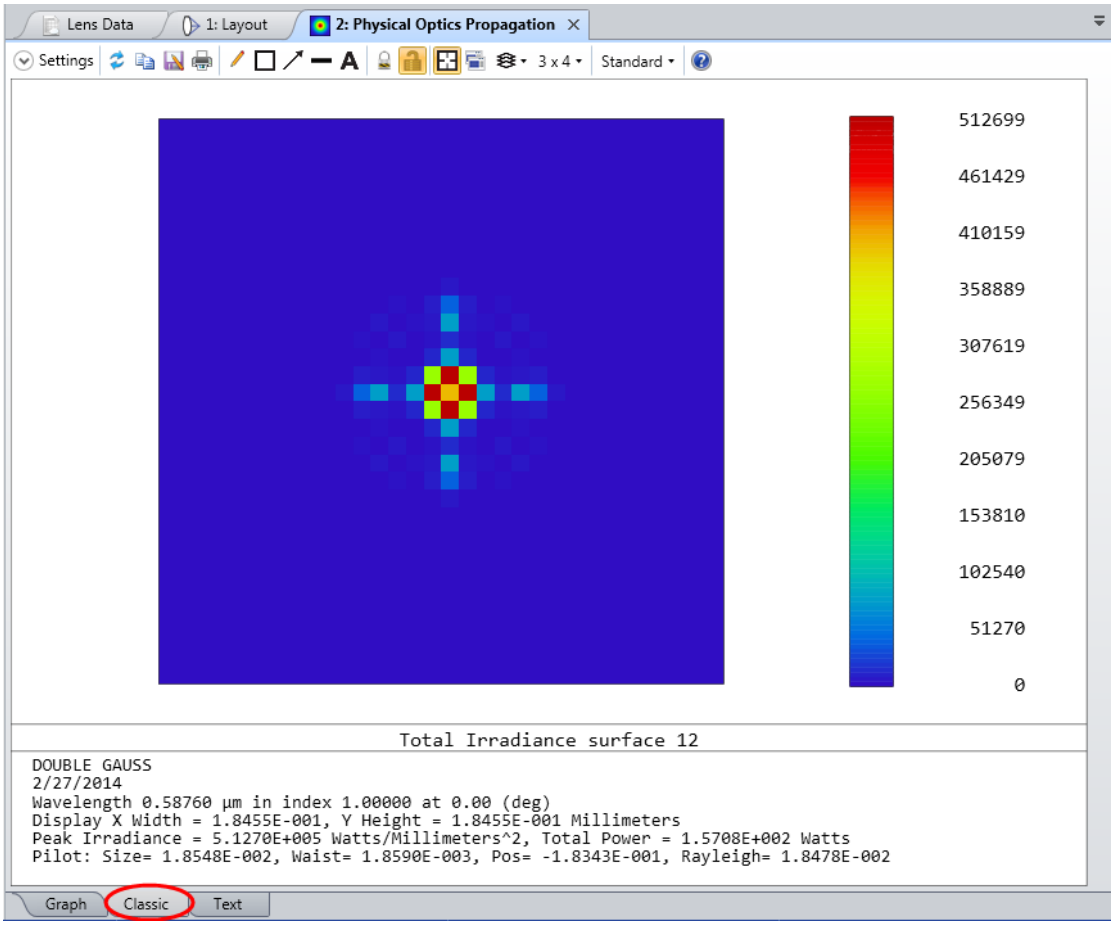
[压缩绘图框架] (Frame Zoomed Graphics) 选中此选项，粘贴到剪贴板的压缩图形具有边框；否则，不会显示边框。

[图形旋转 Z，Y，X] (Layouts Rotate Z, Y, X) 选中此选项，所有三维布局图输出会对显示的镜头进行旋转，首先是窗口坐标的 Z 方向，然后是 Y 方向，再是 X 方向。这与 OpticStudio 在顺序符号为 0 的情况下进行坐标变换的规定是一样的。如果不选择该选项，显示的透镜会先按 X 方向旋转，然后是 Y，最后才是 Z。这与 OpticStudio 在顺序符号不为 0 的情况下进行坐标变换的规定一样。

[输出图高亮] (Highlight Layouts) 此选项被选中后，LDE、EDE 中当前表面或 NSCE 中当前物体在所有打开的布局图中会突出显示。将光标在编辑器的每行之间移动，会使布局图不断进行重画以

使选中的表面或物体突出显示。突出显示的颜色通过颜色 (Colors) 标签进行设定。突出显示会使编辑器的运行速度减慢，因为图形不断地在重画。

[启用经典绘图] (Enable Classic View) 此选项可启用某些分析窗口的额外“经典视图”。下例展示了 OpticStudio 中的示例文件“Double Gauss 28 degree field.zmx”中的物理光学传播窗口的经典视图。



[使用窗口光标] (Use Active Cursor) 此设置可确定在创建新窗口时，是否开始使用窗口光标。

[使用 DirectX 11 于系统查看器] (Use DirectX 11 for System Viewers) 如果选中，在系统显卡能够支持的情况下，任何包含了光学系统输出（如横截面、3D 视图和实体模型图）的新窗口都将使用 DirectX 11 进行渲染。如果不选中，任何新的系统查看器都将使用 DirectX 9 进行渲染。复选框的状态只适用于新打开的窗口；当发生更改时，已经打开的窗口将继续使用在打开窗口时定义的 DirectX 版本。

[使用 DirectX 11 于分析窗口] (Use DirectX 11 for Analysis Windows) 如果选中，在系统显卡能够支持的情况下，任何显示数据（如点列图、波前图、点传播函数、检测器查看器等）的新窗口都将使用 DirectX 11 进行渲染。如果不选中，任何新的系统查看器都将使用 DirectX 9 进行渲染。复选框的状态只适用于新打开的窗口；当发生更改时，已经打开的窗口将继续使用在打开窗口时定义

的 DirectX 版本。

[背景颜色] (Background) 从这一下拉菜单中可以选择图形窗口的背景颜色。

[纵横比] (Aspect Ratio) OpticStudio 图形窗口的默认纵横比为 3 x 4，这与标准纸为 8.5 x 11 英寸的打印机正好相配。而对于 11 x 17 英寸的打印机，纵横比为 3 x 5 就比较合适。4 x 3 和 5 x 3 这两种纵横比的高度大于宽度。此选项决定了打印和屏幕显示的默认纵横比。通过修改下拉设置中的工具栏，可以使每个图形窗口拥有自己的纵横比。

[默认线宽和表面厚度] (Default Line & Surface Thickness) 此设置可以确定分析窗口中图形的默认线宽，以及视图中的默认表面厚度。请注意，此设置并不能控制视图中注释的线宽，它目前是固定的，无法修改。

[实体模型平滑] (Shaded Model Anti-Aliasing) 控制实体模型的平滑程度，其中值越高则图像越平滑，但渲染需要的时间可能会更长。

[打印方向] (Print Orientation) 控制是使用默认、最佳拟合、纵向还是横向布局打印视图。“默认”布局使用当前打印机设置。“最佳拟合”使用绘图窗口的纵横比，纸张的可打印区域可确定是纵向还是横向能产生最佳拟合。

[箭头尺寸] (Fletch Size) 决定各种图中的箭头相关尺寸。默认值 1.0 以默认尺寸画箭头，值 2.0 将以双倍普通大小画箭头，0.5 时将以一半尺寸画箭头。可使用 0.0 和 100 之间的任何一个值。

[坐标轴尺寸] (Orientation Indicator Size) 决定了各种不同显示光线输出图像的坐标轴的相关尺寸。默认值 1.0 以默认尺寸画出指针，值 2.0 将以双倍大小画指针，0.5 时将以一半尺寸画指针，可使用 0.0 和 10.0 之间的任何一个值，0 值表示清除指针。

[网格线宽] (Grid Lines Intensity) 指定 0 到 255 之间的任意整数来定义灰色网格线宽（如果显示）。值为 0 将会使网格线为纯白，值为 255 使网格线为纯黑。

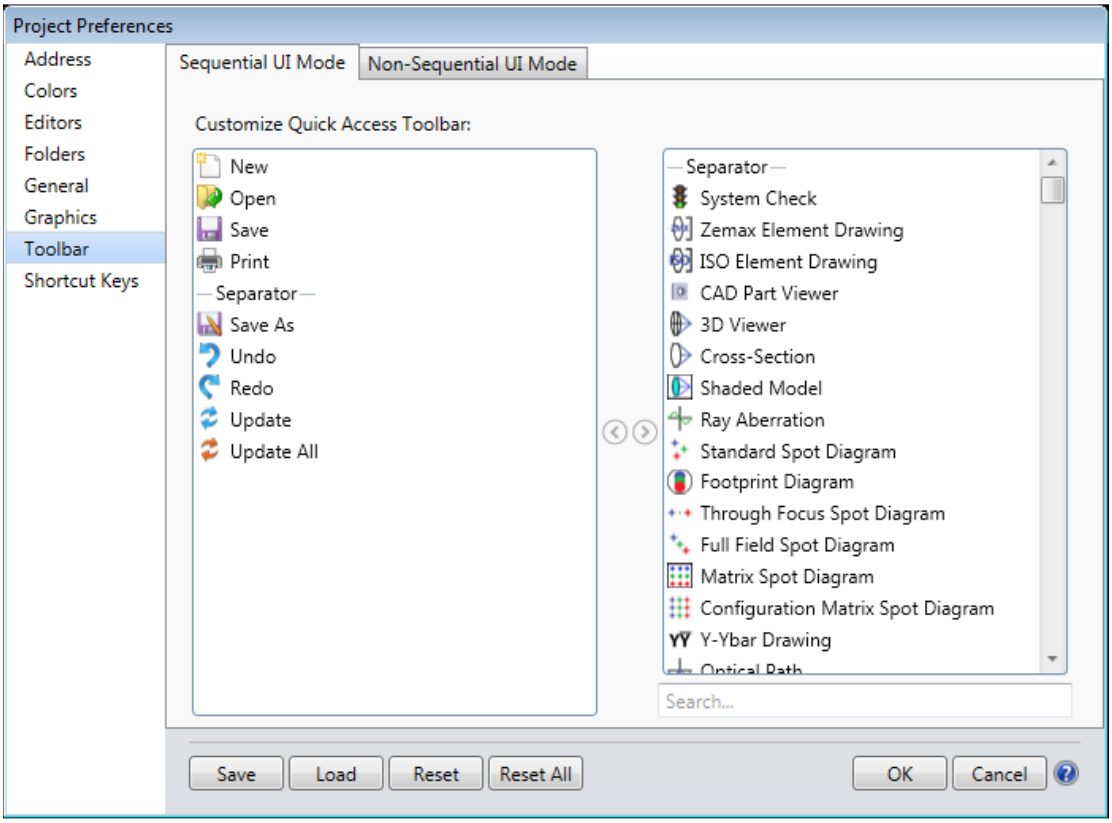
[窗口尺寸(X)] (Window X Size) 以像素为单位的图形和文字窗口默认 X 值。可以根据监视器大小和分辨率进行调整。

按钮功能

[保存] (Save) 将当前设置保存到 OpticStudio 结构文件中。
[载入] (Load) 允许用户加载先前保存的结构。
[重置/全部重置] (Reset/Reset All) 重置配置选项的一个或所有部分。
[确定] (OK) 关闭窗口并在不保存的情况下实施更改。
[取消] (Cancel) 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

[工具栏] (Toolbar)

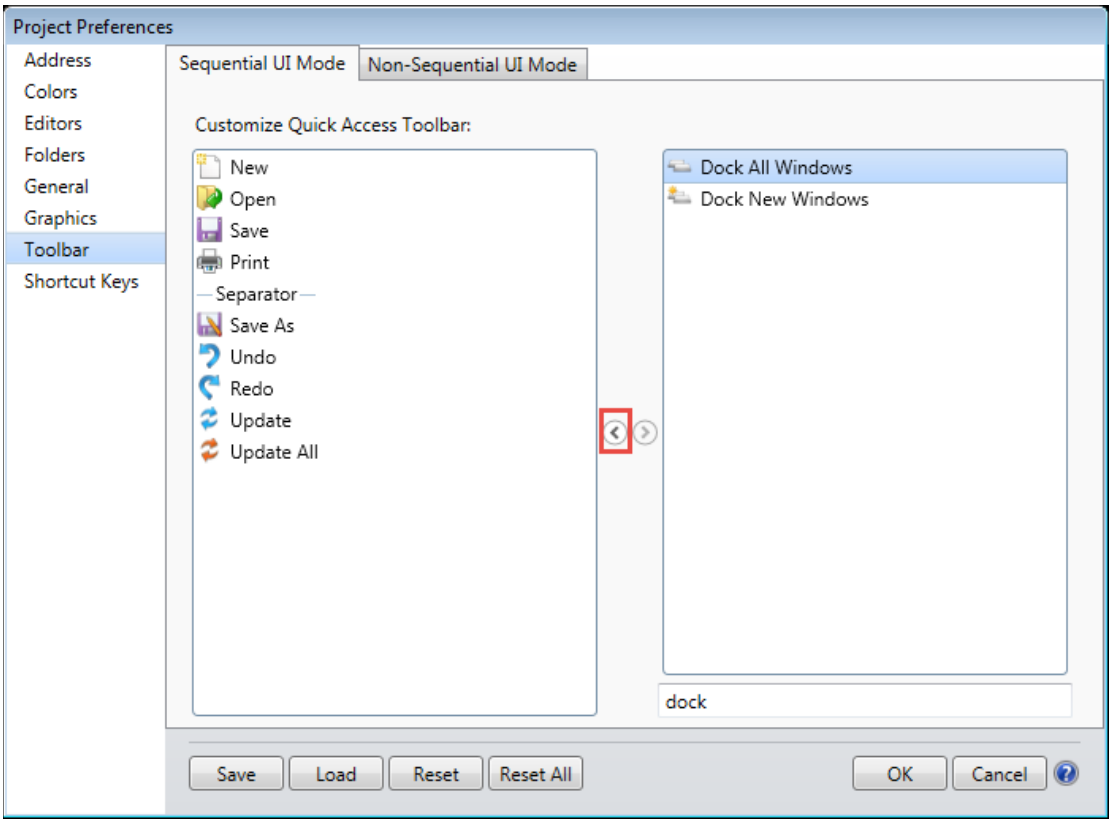
在配置选项窗口中可以进行工具栏设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。此设置可以让用户在显示快速访问工具栏中的分隔符后自定义图标。



使用中心的左箭头和右箭头，将图标移动到快速访问工具栏并移开。要在快速访问工具栏里添加新工具，首先选择顺序或非连续的用户界面模式选项卡，单击右侧列出的一个项功能，然后使用左箭头将该功能移动到工具栏。

例如，输入“dock”来搜索“dock 所有窗口”工具。

单击该工具选择它，然后使用左箭头将其移动到工具栏：



同样，可以使用右箭头从工具栏删除功能。

按钮功能

[保存] (Save) 将当前设置保存到 OpticStudio 结构文件中。

[载入] (Load) 允许用户加载先前保存的结构。

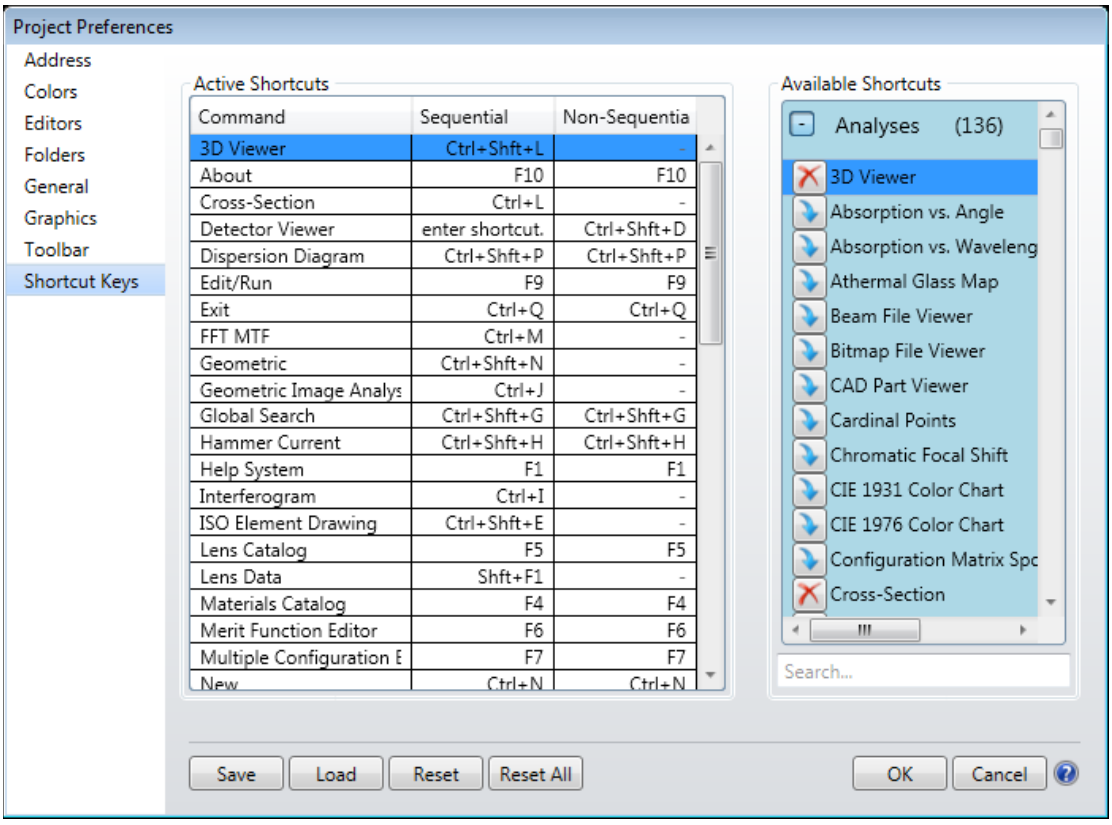
[重置/全部重置] (Reset/Reset All) 重置配置选项的一个或所有部分。

[确定] (OK) 关闭窗口并在不保存的情况下实施更改。

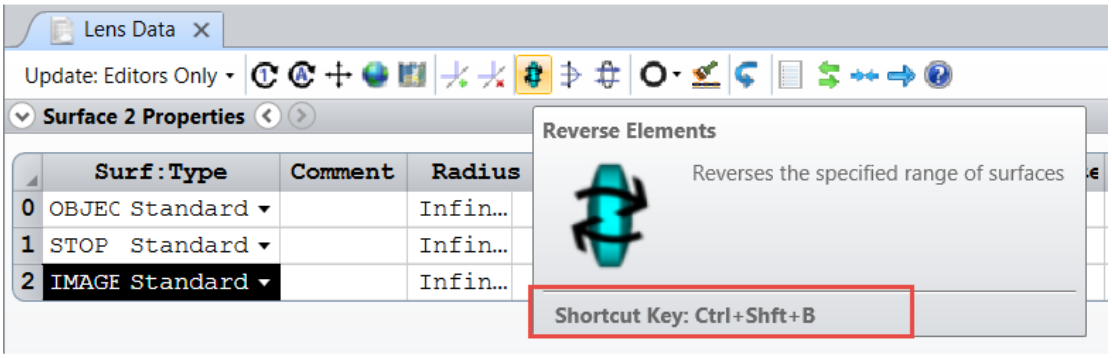
[取消] (Cancel) 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

[快捷键] (Shortcut Keys)

在配置选项窗口中可以进行快捷键设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。此设置可以让用户查找并自定义快捷键。



在鼠标停留在功能导航栏或编辑栏的任意图标上方时（如下所示），用户界面上将显示自定义的快捷键。



[当前快捷键] (Active Shortcuts)

以下是当前快捷方式的完整列表。

要更改快捷键，请单击命令的序列或非序列模式单元格，并输入快捷键的新组合。例如，要将 3D 查看器的序列快捷方式更改为“F1”，只需按下“F1”键。要将其更改回到“Ctrl+Shft+L”组合键，按正确的顺序输入这些键，并按 Enter 键。请注意，将会自动添加加号。

[可选快捷键] (Available Shortcuts)

点击可选快捷键名称旁边的添加或删除按钮，可以将其添加到当前快捷键列表中或从当前快捷键列表将其删除。

按钮功能

[保存] (Save) 将当前设置保存到 OpticStudio 结构文件中。

[载入] (Load) 允许用户加载先前保存的结构。

[重置/全部重置] (Reset/Reset All) 重置配置选项的一个或所有部分。

[确定] (OK) 关闭窗口并在不保存的情况下实施更改。

[取消] (Cancel) 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

[默认快捷键总结] (Summary of Default Shortcut Keys)

[序列模式] (Sequential Mode)

Ctrl + A 切换到下一个结构

Ctrl + B 近轴高斯光束传播

Ctrl + C 复制

Ctrl + E OpticStudio 元件制图

Ctrl + F 打开视场数据

Ctrl + G 展开并最小化系统选项边栏（即常规系统对话框）

Ctrl + H 分类数据报告

Ctrl + I 干涉图

Ctrl + J 几何图像分析

Ctrl + K 网格布局图

Ctrl + L 截面图（即 2D 视图）

Ctrl + M FFT MTF

Ctrl + N 新建镜头文件

Ctrl + O 打开

Ctrl + P 打印

Ctrl + Q 退出

Ctrl + R 光线像差图

Ctrl + S 保存

Ctrl + T 公差分析

Ctrl + U 更新

Ctrl + V 粘贴

Ctrl + W 波长数据

Ctrl + X 剪切

Ctrl + Y 单光线追迹

Ctrl + Z 切换变量状态

Ctrl + Shift + A 切换到前一个结构

Ctrl + Shift + B 翻转元件

Ctrl + Shift + D 下一个 NSC 组

Ctrl + Shift + E ISO 元件制图

Ctrl + Shift + F 添加反射镜

Ctrl + Shift + G 全局搜索（即全局优化）

Ctrl + Shift + H 锤形优化

Ctrl + Shift + J 部分相干图像分析

Ctrl + Shift + K 实体模型（废弃）

Ctrl + Shift + L 3D 视图

Ctrl + Shift + N 几何圈入能量（即几何包围能量）

Ctrl + Shift + O 执行优化

Ctrl + Shift + P 色散图

Ctrl + Shift + Q 快速聚焦

Ctrl + Shift + R 光程差 (OPD) 扇形图

Ctrl + Shift + S 标准点列图

Ctrl + Shift + U 全部更新

Ctrl + Shift + V 可视化优化器

Ctrl + Shift + X 系统数据报告

Ctrl + Shift + Z Zernike Fringe 系数

F1 联机帮助

F3 撤销

Ctrl + F3 重做

F4 材料库（即玻璃库）

F5 镜头库

F6 评价函数编辑器

F7 多重结构编辑器

F8 以前的附加数据编辑器；现已废弃

F9 编辑/执行 ZPL 宏

F10 关于 OpticStudio

Shift + F1 镜头数据编辑器

Shift + F2 公差数据编辑器

Shift + F3 非序列元件编辑器

Ctrl + Tab 下一个窗口

Ctrl + Shift + Tab 上一个窗口

[非序列用户界面模式] (Non-Sequential UI Mode)

Ctrl + A 切换到下一个结构

Ctrl + C 复制

Ctrl + D NSC 光线追迹

Ctrl + G 展开并最小化系统选项边栏（即常规系统对话框）

Ctrl + H 分类数据报告

Ctrl + L 3D 视图

Ctrl + N 新建镜头文件

Ctrl + O 打开

Ctrl + P 打印

Ctrl + Q 退出

Ctrl + S 保存

Ctrl + T 公差分析

Ctrl + U 更新当前窗口

Ctrl + V 粘贴

Ctrl + W 波长数据

Ctrl + X 剪切

Ctrl + Z 切换变量状态

F1 帮助

F3 撤销

Ctrl + F3 重做

F4 玻璃库

F5 镜头库

F6 评价函数编辑器

F7 多重结构编辑器

F9 编辑/运行 ZPL 宏

F10 关于

[编辑器] (Editors)

Ctrl +Left 将光标向左移动 5 列

Ctrl +Right 将光标向右移动 5 列

Ctrl +Up 将光标移动到第一行

Ctrl +Down 将光标移动到最后一行

Tab 将光标向右移动 1 列

Shift + Tab 将光标向左移动 1 列

Home 将光标移动到第一行，第一列单元格

End 将光标移动到最后一行，第一列单元格

Page Up 将光标移动到第一行，当前列单元格

Page Down 将光标移动到最后一行，当前列单元格

[图形和分析窗口] (Graphics and Analysis Windows)

Home 放大

End 缩小

Page Up 旋转视图

Page Down 旋转视图

Arrows 旋转视图或切换表面编号

Ctrl + Tab 下一个窗口

请注意下列快捷键是不可配置的。

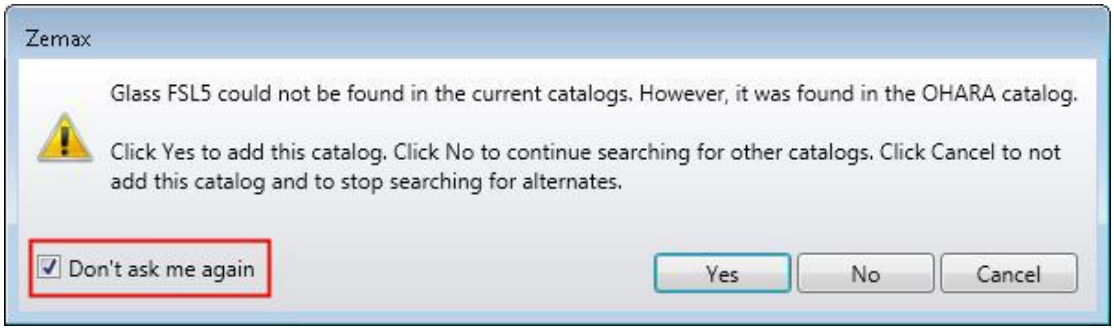
Ctrl + Alt + 1-9 选择第 n 个选项卡（使用 0 表示选项卡 10）。例如，开启“启用经典图”的 FFT 分析中，有三个选项卡：1=现代，2=经典，3=文本。在这种情况下，按 Ctrl + Alt + 2 组合键将选择“经典”选项卡。

Ctrl + Alt + Enter 切换设置

Ctrl + Alt + U 更新

[消息窗口] (Message Boxes)

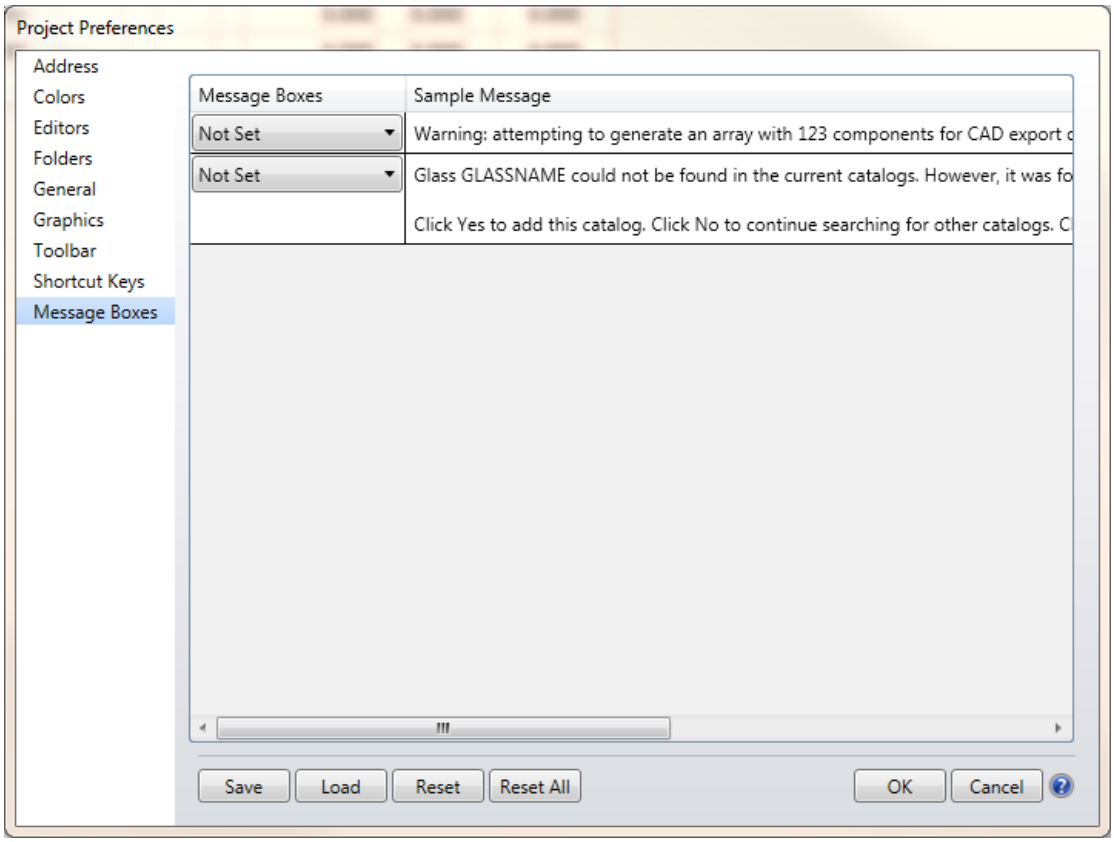
对于一些需要用户作出选择的信息（例如，是/否，重试/取消），这个配置选项可以让 OpticStudio 记住用户的选择项，并在以后始终默认选择该选项。例如，假设您要在材料的镜头数据编辑器的材料列中输入一个名称，该材料不包含在系统选项的“当前玻璃库”部分中列出的任何库中。对于这种情况，在弹出提醒您要注意的问题的对话框中提供了“不再询问”选项：



如果您选择“不再询问”并点击“是”，那么下次您在库中材料的镜头数据编辑器的材料列中输入一个名称时（这个库并不是系统选项的“当前玻璃库”部分中列出的任何库），自动将包含材料的库添加到系统选项的“当前玻璃库”部分，无需在结束时输入更多的内容。

请务必了解的是，只会记住对话框的响应（如“是”），而不是选择的结果。换句话说，在上例中，在未来的情况下将自动选择包含该材料的**第一个库**，不一定是最初提示“是”的原始信息中的库。

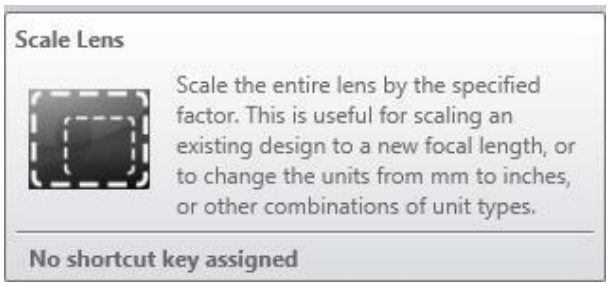
可以在配置选项下的消息窗口中查看和更改这些设置：



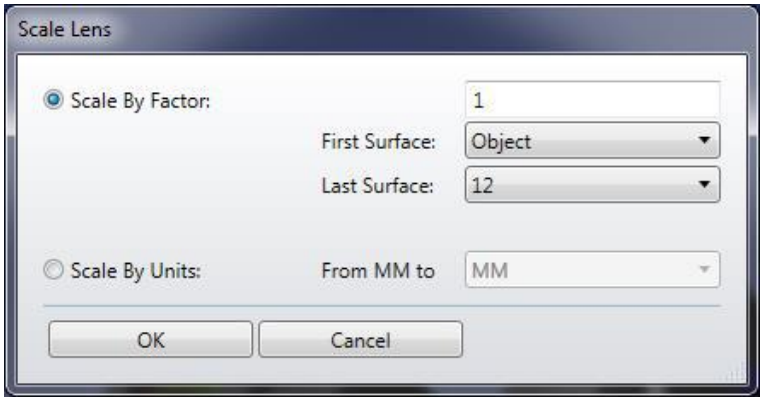
请注意，提供的示例信息仅作为提示，且消息窗口包含的细节不一定适用于您的当前系统。

[缩放镜头] (Scale Lens)





在设置菜单的系统部分可以使用缩放镜头功能。此功能可按一定的因子缩放整个镜头。例如，这对于将一个现成的设计缩放成一个有新焦距的设计是很有用的。不缩放波长。缩放镜头功能也可以用于将单位由毫米转换成英尺，或其它组合单位类型。



设置：

[因子缩放] (Scale by factor) 若选取，则直接输入缩放因子。

[起始面] (First Surface) 选择一个因子缩放时该范围的第一个表面。

[终止面] (Last Surface) 选择一个因子缩放时该范围的的最后一个表面。

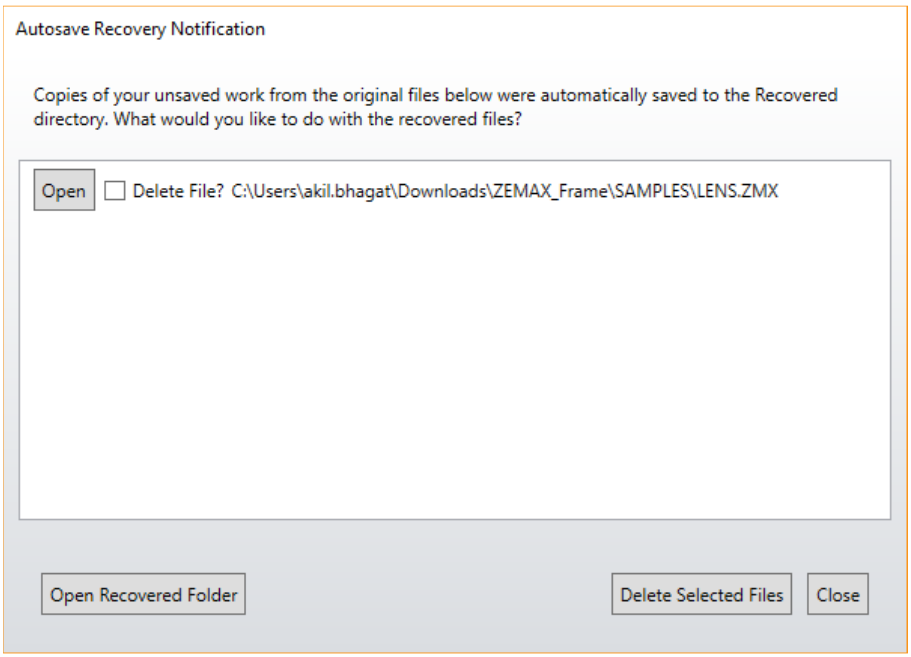
[单位缩放] (Scale by units) 若选取，则镜头用所选单位进行缩放。

数据缩放是基于数据的度量单位执行的。如果比例因子是 X，那么测得的长度单位下的数据将根据因子 X 进行缩放。透镜单位平方（如平方毫米）为单位的数据将按 X 的平方缩放。一些多项式系数（如那些偶次非球面），它们的单位在不同的项有所变化，OpticStudio 在缩放这些数据时会说明。其它的参数（如圆锥常数）为无量纲的数，因此无法缩放。

OpticStudio 可以正确地缩放在镜头数据编辑器和非序列元件编辑器里的所有镜头数据。OpticStudio 也能对评价函数编辑器、多重结构编辑器以及公差数据编辑器里的几乎所有的数据正确地进行整体缩放。

OpticStudio 不会尝试着去缩放某些类型的数据，尽管这些数据很适合缩放。这些例外是一些数据项，例如多重结构操作数 PRAM 和 NPAR，它会改变表面或目标的常规参数数据，或用户定义 DLL 表面或物体的参数数据。如果需要，应手动缩放这些数据项。此外，OpticStudio 不会尝试缩放 CAD 零件或 CAD 装配体的大小。如果需要，应在原始创建程序中缩放这些物体。

[自动保存] (Autosave)



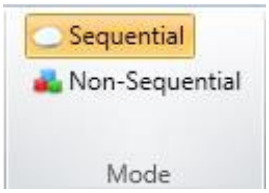
自动保存工具在配置选项指定的时间间隔内自动保存当前文件。自动保存的文件位于自动保存文件夹中，它在 Zemax 文件夹中可以找到。（默认情况下是 Documents/Zemax）。

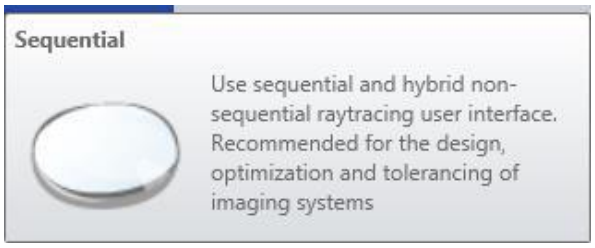
自动保存工具将使用由撤销设置保存的.ZMX 文件的副本。如果撤销设置为“None”，那么.ZMX 和.ZDA 文件都将在指定的时间间隔内被保存。当任一工具在运行时（如在优化过程中）都不会自动保存，相反在工具完成运行后的一个时间间隔内会自动保存。

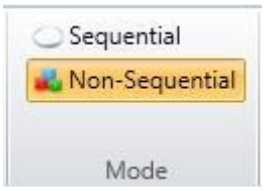
如果 OpticStudio 意外关闭，在下一次打开时，将会出现一个对话框告诉用户，文件已自动保存。这个对话框可以在配置选项中的常规选项中被禁用。这个对话框将提供一些选择，如打开文件、删除文件、打开文件夹中被恢复文件，或者关闭对话框，并开启 OpticStudio 时打开选择的文件。除非用户彻底删除文件，否则它将永远保存在回收文件夹中。

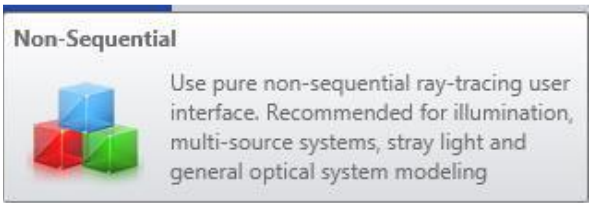
程序模式组 (Program Mode Group)

在设置菜单的系统部分可以找到程序模式按钮。这些按钮可选择用户界面和程序模式。



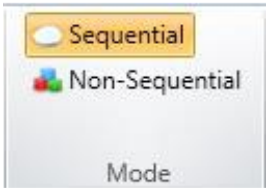




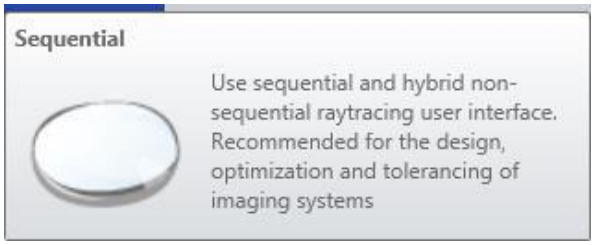


OpticStudio 用户界面有两种不同的模式：序列或序列/非序列混合设计（“序列模式”）和非序列设计（“非序列模式”或“NSC 模式”）。对于成像系统的设计、优化和公差分析，建议使用序列用户界面模式。而对于照明、多光源系统、杂散光和常规光学系统建模，建议使用非序列用户界面模式。

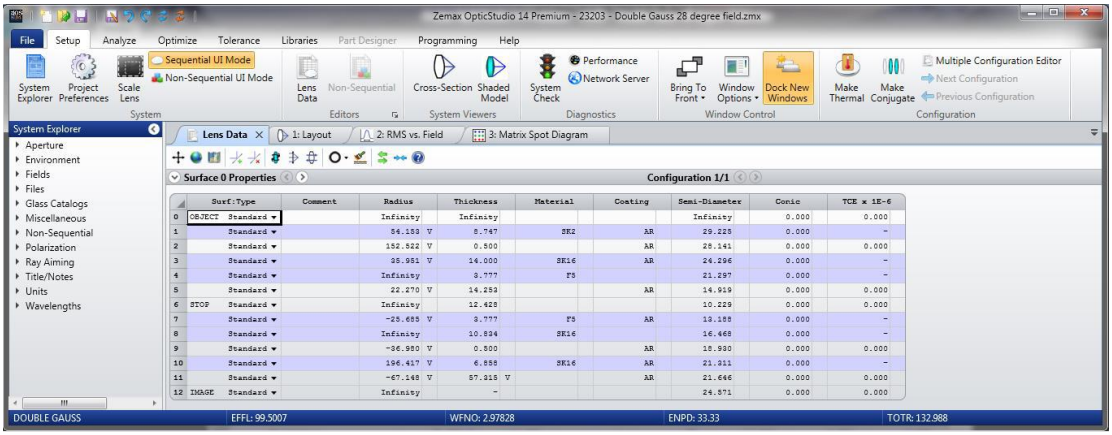
[序列用户界面模式] (Sequential UI Mode)



在设置菜单的系统部分可以使用序列用户界面模式按钮。此按钮可启用序列和混合非序列光线追迹用户界面。



下面的截图取自序列用户界面模式下的 OpticStudio 序列物镜示例文件“Double Gauss 28 degree field.ZMX”：

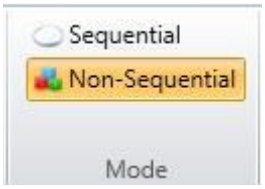


序列光学表面可很好地描述大多数成像系统，这意味着光线始终以严格的顺序从物面追迹到表面 1，然后是 2，3 等等。每条光线以预定的顺序穿过每个表面，且仅穿过一次。例如序列模式下的光线永远不会从表面 3 追迹到表面 9，然后再回到 1。序列模式简单、便捷，且在许多重要的情况下非常有用和全面。

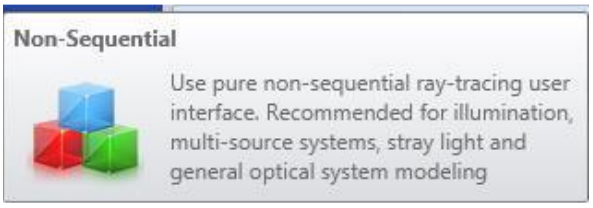
在序列模式下，所有程序功能都可以使用，包括在任意表面放置非序列组件。在这种模式下，OpticStudio 追迹从物面到所有定义的表面和非序列组件的光线。这是设计成像系统或者其它需要

优化、计算公差和进行详细像质分析的系统时推荐使用的模式。

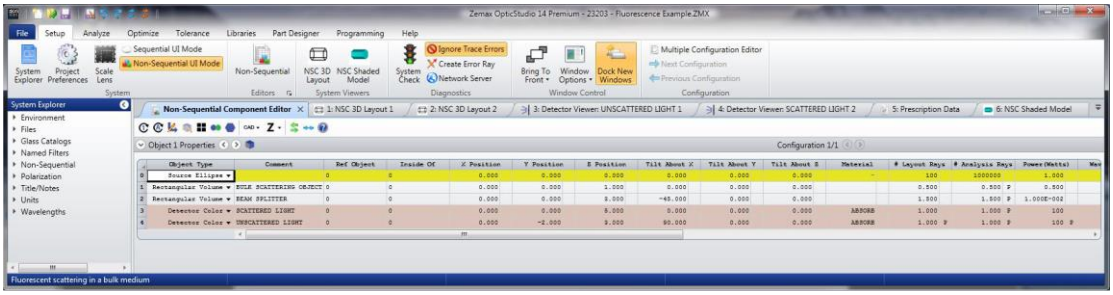
[非序列用户界面模式] (Non-Sequential UI Mode)



在设置菜单的系统部分可以使用非序列用户界面模式按钮。此按钮可启用纯非序列光线追迹用户界面。



下面的截图取自非序列用户界面模式下的 OpticStudio 非序列散射示例文件“Fluorescence Example.ZMX”：



非序列意味着光线以它们穿过各个物体或表面的实际物理顺序来追迹，而不一定以物体列于软件用户界面中的顺序追迹。注意，非序列追迹中的光线可能会反复地穿过同一物体，且完全错过其他物体。一般而言，物体被光线击中的顺序取决于物体的几何形状以及输入光线的角度和位置。需要或至少从非序列光线追迹中受益的物体，包括棱镜、光管、透镜阵列、反射镜和菲涅尔透镜。对于特定类型的分析，如杂散光或散射光效应，应在完全非序列的环境下有用。

在非序列模式下，可多次更改用户界面和镜头数据以简化下面这些系统的分析:

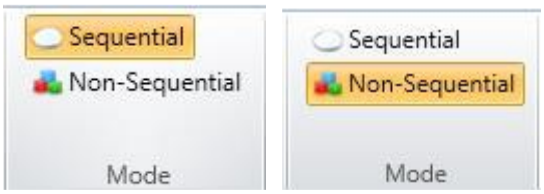
只使用第一个面，所有 NSC 物体放在一个非序列组件中，这一组件放在第一面上。不使用物面和

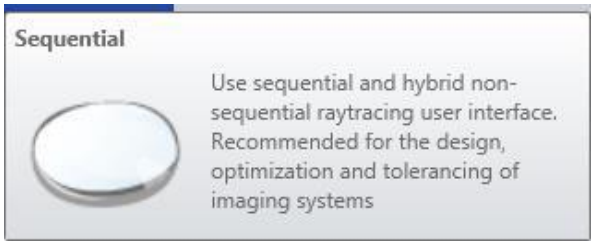
像面。不使用镜头数据编辑器。使用非序列元件编辑器 (NSCE) 代替基本编辑器。不使用视场对话框。波长对话框仍被用来定义被追迹的波长。只追迹源于 NSCE 中光源的光线。

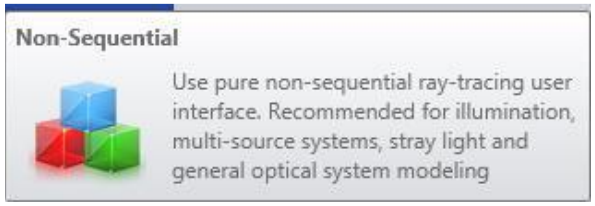
为了简化用户界面，在非序列模式下的菜单和按钮中把不使用的功能都清除了。这些功能包括光线扇形图 (Ray fans)、传递函数输出 (MTF plots)、点列图 (Spot diagrams)，以及其它很多只在序列光线追迹中存在的功能。非序列模式中的基本分析方式是追迹光线到一个或多个探测物体 (Detector Object)。

[切换用户界面模式] (Switching UI Modes)

从序列模式切换到非序列模式

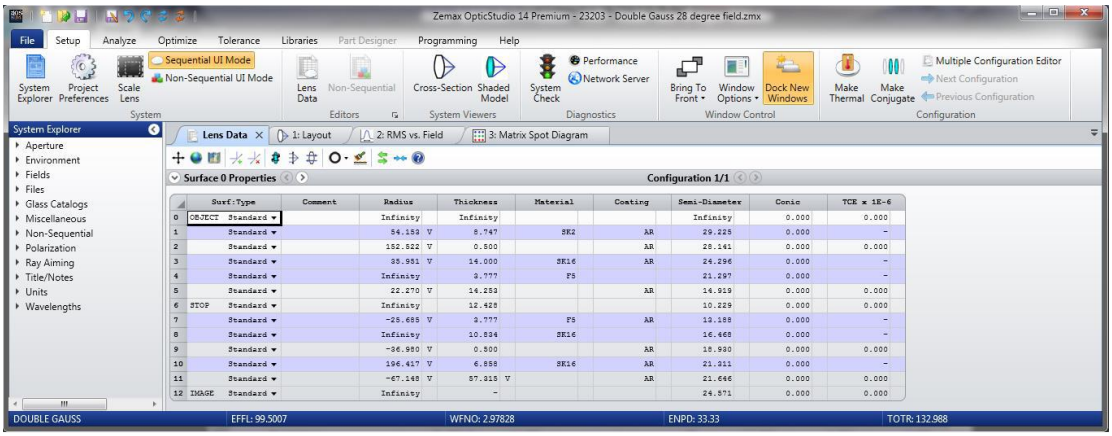




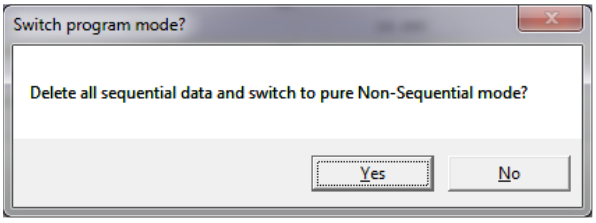


从序列模式切换到非序列模式时将会删除所有的序列数据。

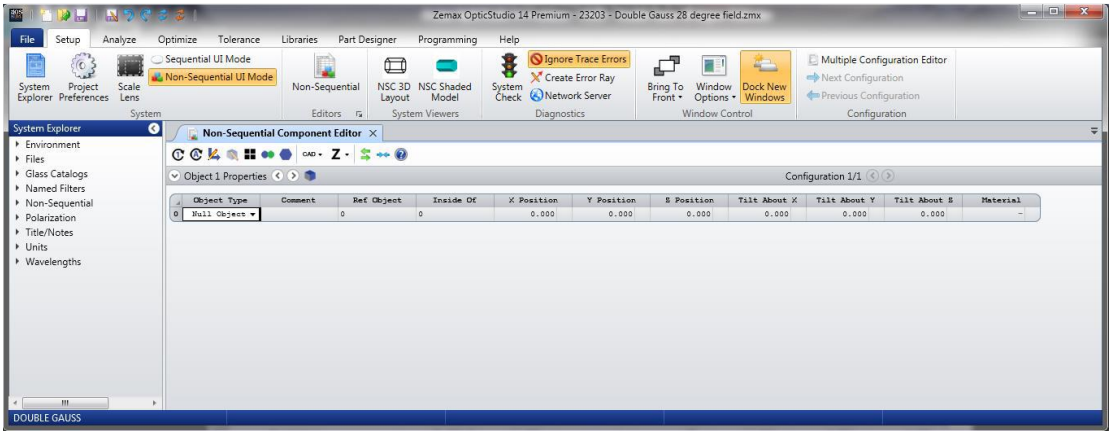
下面的截图取自 OpticStudio 序列物镜示例文件“Double Gauss 28 degree field.ZMX”：



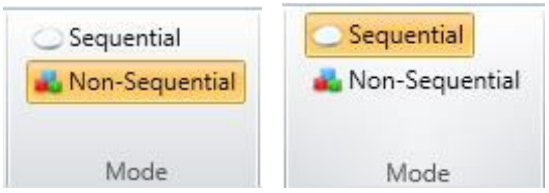
选择非序列界面模式：



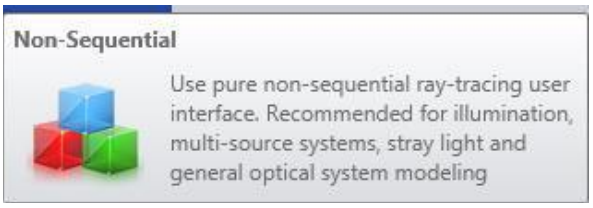
这可以将用户界面模式更改为非序列用户界面模式，在此模式下非序列元件编辑器可用，但镜头数据编辑器可用：

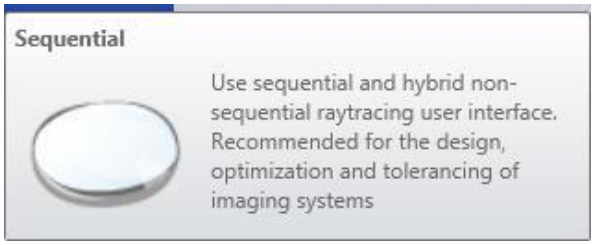


从非序列模式切换到序列模式

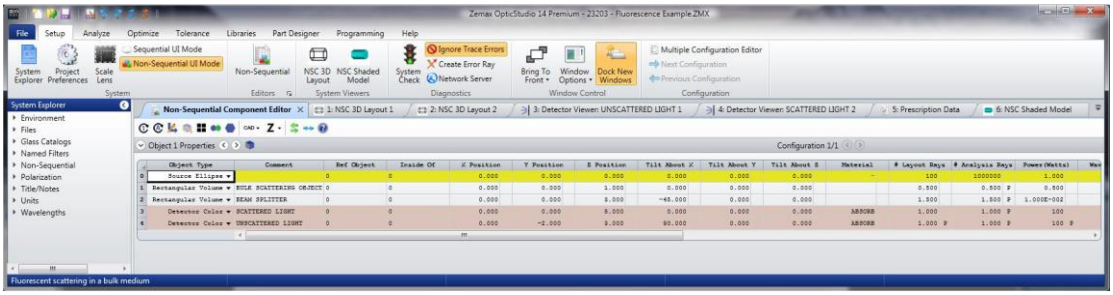


可以始终从非序列模式切换到序列模式，而不丢失数据。

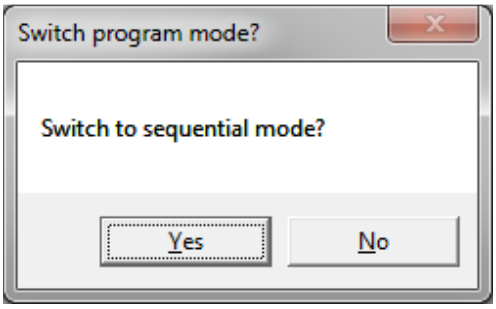




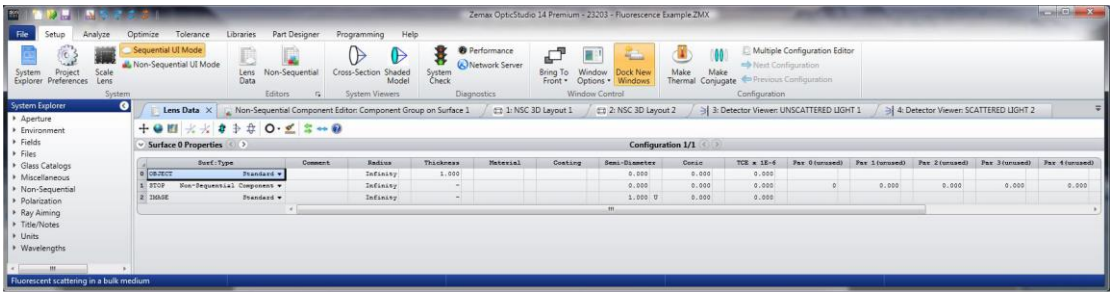
下面的截图取自 OpticStudio 非序列散射示例文件“Fluorescence Example.ZMX”：

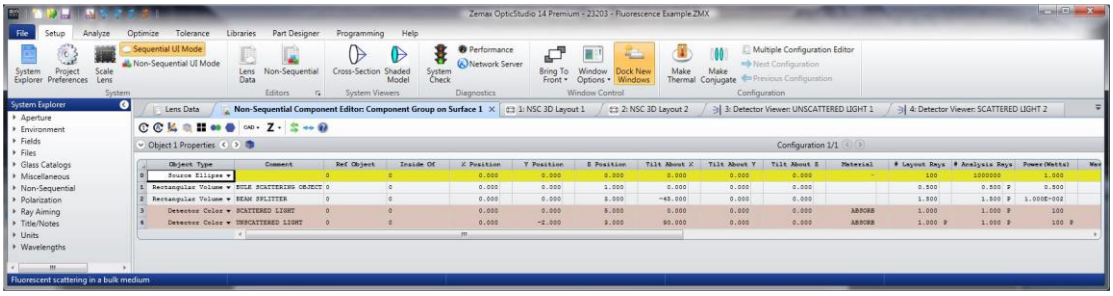


选择序列用户界面模式：

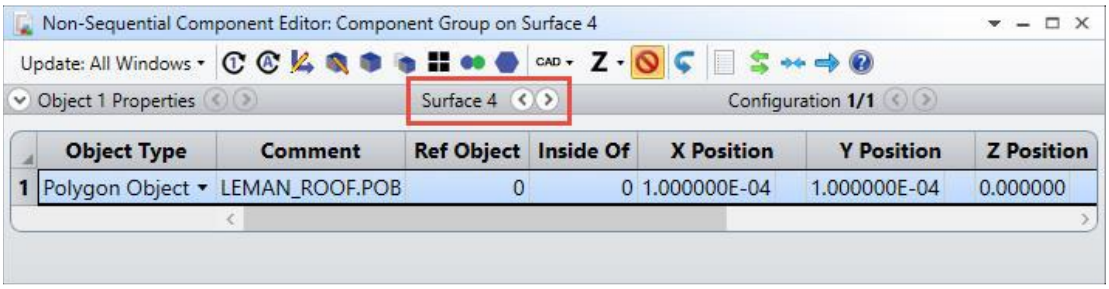


这可以将用户界面模式更改为序列/非序列混合用户界面模式，在此模式下可以同时使用镜头数据编辑器和非序列元件编辑器：



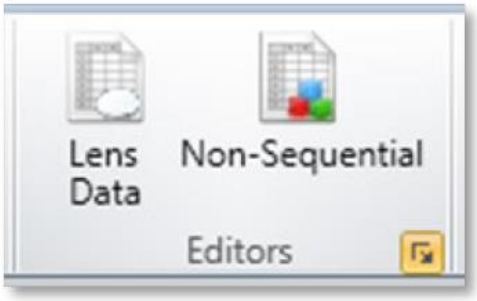


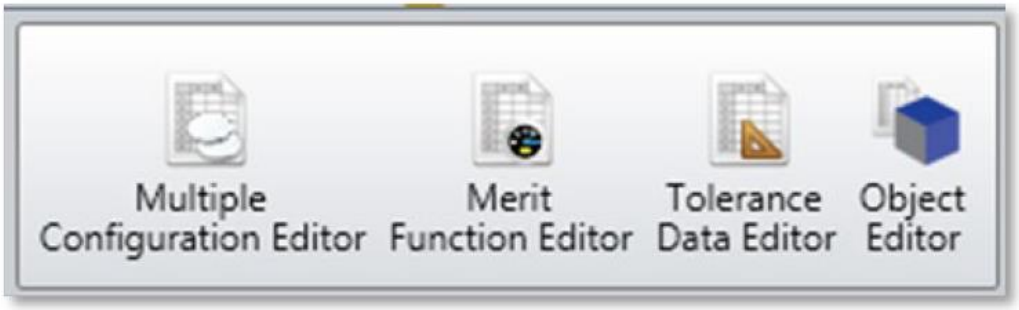
注意：对于具有多个非序列元件组的系统来说，可以通过在非序列元件编辑器中在 NSC 表面之间切换来切换这些组。



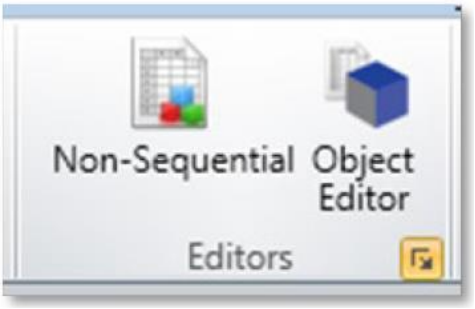
编辑器组（设置选项卡）（Editors Group (Setup Tab)）

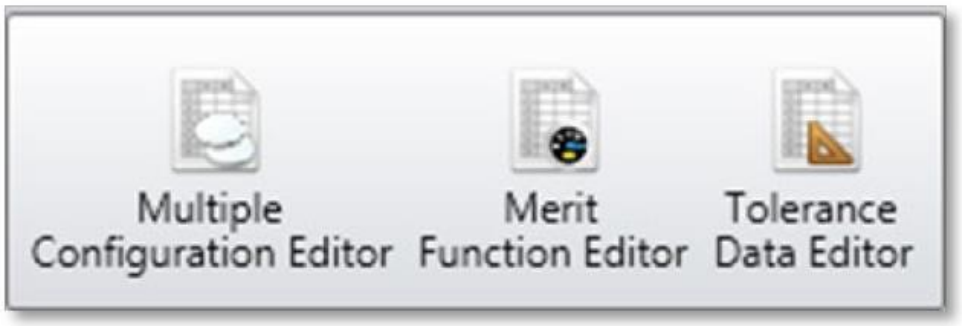
以下是在（序列 UI 模式下）设置选项卡可以使用的编辑器





以下是在（非序列 UI 模式下）设置选项卡可以使用的编辑器





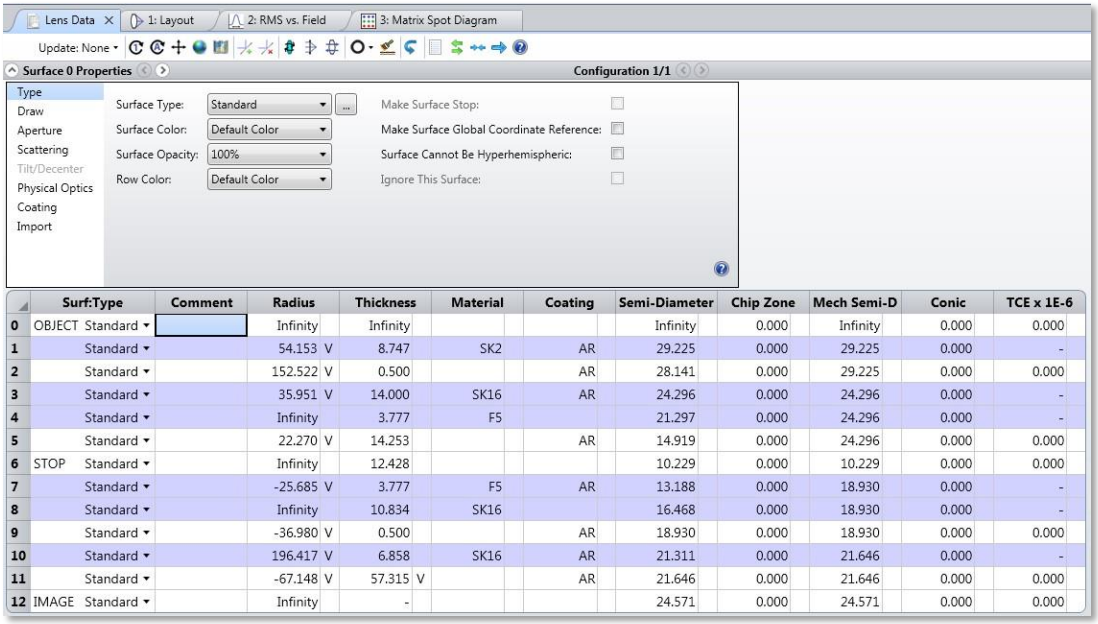
镜头数据编辑器 (Lens Data Editor)





“镜头数据编辑器”按钮是位于“设置”选项卡下的“编辑器”部分。镜头数据编辑器是需要输入大部分的镜头数据的电子表格。数据包括系统中每个表面的曲率半径，厚度和玻璃材料。

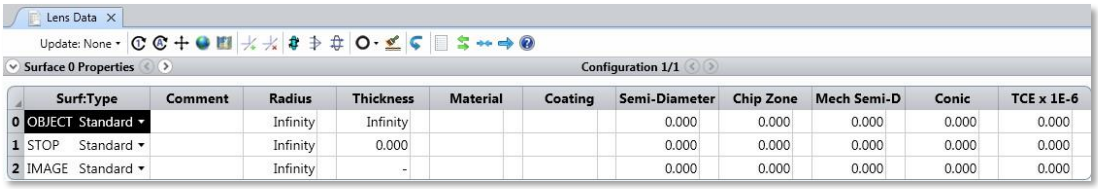
有关序列模式的表格，请参阅“序列模式（镜头数据编辑器）”部分。
本节中的截屏取自 OpticStudio 序列示例文件“Double Gauss 28 degree field.ZMX”。



	Surf:Type	Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Semi-Diameter	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.000	Infinity	0.000	0.000
1	Standard		54.153 V	8.747	SK2	AR	29.225	0.000	29.225	0.000	-
2	Standard		152.522 V	0.500		AR	28.141	0.000	29.225	0.000	0.000
3	Standard		35.951 V	14.000	SK16	AR	24.296	0.000	24.296	0.000	-
4	Standard		Infinity	3.777	F5		21.297	0.000	24.296	0.000	-
5	Standard		22.270 V	14.253		AR	14.919	0.000	24.296	0.000	0.000
6	STOP Standard		Infinity	12.428			10.229	0.000	10.229	0.000	0.000
7	Standard		-25.685 V	3.777	F5	AR	13.188	0.000	18.930	0.000	-
8	Standard		Infinity	10.834	SK16		16.468	0.000	18.930	0.000	-
9	Standard		-36.980 V	0.500		AR	18.930	0.000	18.930	0.000	0.000
10	Standard		196.417 V	6.858	SK16	AR	21.311	0.000	21.646	0.000	-
11	Standard		-67.148 V	57.315 V		AR	21.646	0.000	21.646	0.000	0.000
12	IMAGE Standard		Infinity	-			24.571	0.000	24.571	0.000	0.000

单个透镜由两个表面（前面和后面）定义，物和像也需要一个表面。基本数据可以直接输入到电子表格中。显示镜头数据编辑器后，在电子表的高亮栏中输入所需的数据。每一列表示一种数据类型，每行代表单个光学表面（可能为虚拟面）。光标移动到需要的列将会被高亮显示。可以通过将光标连续向右或向左可以使滚动条移动来访问数据的其他列，例如（净半口径、半口径、圆锥系数和其他决定表面类型的参数项）。显示屏讲从左到右或从右到左滚动。Page Up 和 Page Down 键可以将滚动条移动到显示屏的顶部或底部。当透镜表面的数量足够大时，如果需要，显示屏也可上下滚动。

注意：最初显示三个表面（除非已载入透镜）：物面，光阑面和像面。



	Surf:Type	Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Semi-Diameter	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT Standard		Infinity	Infinity			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	STOP Standard		Infinity	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	IMAGE Standard		Infinity	-			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

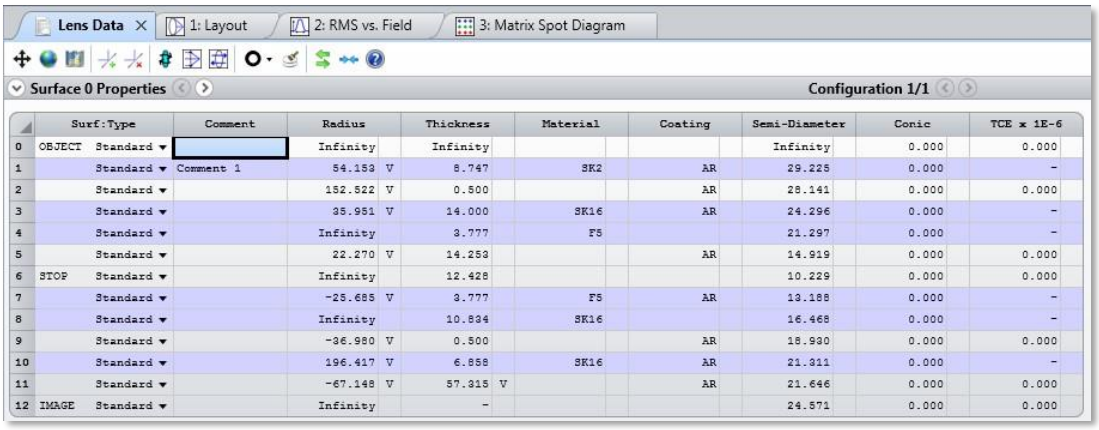
物面和像面是永久性的，不能被删除。但是可以使用 Insert 和 Delete 键插入或删除其他表面。在物面之前和像面之后不能再插入表面。在这种情况下，“前面“指的是序号较小的面，”后面“是序号较大的面。另一方面也说明了光线按着需要顺序依次到达各个面。OpticStudio 将物面作为表面零点开始标号，一直到作为像面的最后一个表面。

要在电子表格中输入数值，将光标移动到相应的单元格开始输入。要编辑当前显示的值需要双击或按 F2 键。编辑单元格内容后，可以使用左/右光标键以及 Home 和 End 键浏览文本。更改数据后，按任意光标键，单击任何其它单元格，或者按 Enter 键完成更改。

还可以使用快捷键。要为当前值添加值，请在数字前输入一个加号。例如，如果显示的数字为 10，输入“+5”并按 Enter 键可将其更改为 15。符号“*”和“/”也可以使用。要减去一个值，请使用负号后面跟一个空格。例如，输入“- 5”可以将 17 更改为 12。注意 “-”和“5”之间的空格。如果没有输入空格，则程序会认为您输入负的新值。输入“*-1”将会更改数字的符号。

数据列 (Data Columns)

下图是镜头数据编辑器中的数据。



	Surf:Type		Comment	Radius		Thickness		Material	Coating	Semi-Diameter	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity		Infinity				Infinity	0.000	0.000
1		Standard	Comment 1	54.153	V	8.747		SK2	AR	29.225	0.000	-
2		Standard		152.522	V	0.500			AR	28.141	0.000	0.000
3		Standard		35.951	V	14.000		SK16	AR	24.296	0.000	-
4		Standard		Infinity		3.777		F5		21.297	0.000	-
5		Standard		22.270	V	14.253			AR	14.919	0.000	0.000
6	STOP	Standard		Infinity		12.428				10.229	0.000	0.000
7		Standard		-25.685	V	3.777		F5	AR	13.188	0.000	-
8		Standard		Infinity		10.834		SK16		16.468	0.000	-
9		Standard		-36.980	V	0.500			AR	18.930	0.000	0.000
10		Standard		196.417	V	6.858		SK16	AR	21.311	0.000	-
11		Standard		-67.148	V	57.315	V		AR	21.646	0.000	0.000
12	IMAGE	Standard		Infinity		-				24.571	0.000	0.000

表面编号和类型(Surface Number & Type)

镜头数据编辑器的最左边一列表示每个表面的表面编号和类型。物面的表面编号为零，第一个表面为 1，依此类推至像面。物体表面总是表面零点，像面总是最后一个表面，但是光阑面可以是任何表面。

一些附加信息会显示在表面编号旁边。当在表面上定义孔径时，OpticStudio 将在表面编号旁边显示星号“*”符号。如果表面定义了表面倾斜/偏心数据，将显示“+”符号。如果同时定义了光圈和倾斜/偏心数据，将显示“＃”符号。

要定义曲面类型和其他属性，请参阅“曲面属性对话框”。要定义光阑面，请参阅“设置光阑面”。有关定义表面孔径数据的信息，请参阅“孔径类型和其他孔径控制”。有关定义倾斜/偏心数据的信息，请参阅“表面倾斜/偏心选项卡”。

标注（数据列） Comment (data columns)

每一个表面都可以添加文本标注。标注栏能够提高对透镜信息的可读性，对光线追迹没有任何影响。有一些分析功能也可以作为标注。可以隐藏整个标注栏，请参阅“选项”菜单说明。

半径 (Radius)

要输入或更改曲面的曲率半径，请将光标移至所需的单元格，然后输入新值。半径数据总是输入并显示在具有长度尺寸的透镜单元中。

厚度(Thickness)

要输入或更改曲面的厚度，请将光标移至所需的单元格，然后输入新值。 厚度数据始终输入并显示在具有长度尺寸的镜头单位中。 表面的厚度是到下一个表面的距离。 唯一没有使用的厚度是像面。
在反射镜面后厚度总会发生变化。 在奇数个镜面后，所有的厚度应该为负。 这个符号不受镜子的数量和坐标断点的制约，不能通过旋转坐标 180 度来规避。

材料 (Material)

通过在镜头数据编辑器的“材料”列中输入玻璃名称来指定用于每个表面的材料。输入的玻璃名称必须在当前加载的玻璃库之中。 默认库是“Schott”库，也可以使用其他库。

若要使用多个玻璃目录，或查看，编辑或追加玻璃目录，请参阅“使用材料库”一节。 要指定某个特定曲面为镜面，请使用玻璃名称“mirror”。

如果一个表面或物体的材料类型是 MIRROR，并且没有指定涂层，那么表面被认为涂有一层厚的铝层，其折射率为 0.7 - 7.0i。 假定铝层足够厚以致没有光线传播通过该层。 这意味着未涂覆的镜面具有小于 1 的反射率，尽管精确值将取决于光的偏振。

在输入新的玻璃名称时，可以将可选的“/p”命令追加到玻璃名称上，该选项将使 OpticStudio 更改前表面和/或后表面的曲率，以便为镜片元件保持恒定的光焦度。例如，如果玻璃类型已经是 BK7，则在调整表面和表面的半径之后，输入新的玻璃类型“SF1 / P”将使玻璃类型改变为 SF1，以保持恒定的光焦度。OpticStudio 会考虑前面和后面顶点的光焦度，以及修正由于厚度引起的元件光焦度变化。如果透镜在空气中，则该算法会同时调整前面和后面曲率。如果前表面或后表面与另一个玻璃元件相邻，则仅调整与空气相邻表面的曲率。

净半口径和半口径 (Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter)

计算（使用自动求解）所有光线通过视场的所需的径向通光孔径的默认净半口径或半口径。

可以输入任何值作为半口径，则输入的值将会被保留，并且在数值旁边出现“U”，表示半口径为用户定义的。有关使用净半口径和半口径的信息，请参阅“半口径”。有关具有孔径的渐晕光线的更多信息，请参阅“表面属性”的“孔径”部分。

延伸区 (Chip Zone)

延伸区是基于净孔径建立的径向表面扩展区。这里的净孔径是根据净半口径，半口径或圆形孔径定义的。延伸区的表面曲率与净口径或半口径的曲率相同。延伸区不会改变半口径的值，

而是基于该值建立，并且该区域是不可追迹的。在默认情况下，延伸区设置为零。芯片区域功能可以通过常规系统范围变化的半口径边距来补充。对于特定表面，可以禁用半口径边距功能，有关详细信息，请参阅“半口径边距”一章。延伸区三种求解方法：固定、拾取和 ZPL 宏。

机械半直径 (Mechanical Semi Diameter)

机械半直径（Mech Semi-Dia）根据镜片的机械边缘定义的表面径向尺寸。默认情况下，它是使用自动求解计算的，作为净半口径或半口径与延伸区的总和。

如果机械半直径大于该总和，则将该差值被模拟为平坦表面矢高恒定并等于延伸区外缘的值。当表面边缘绘制选项被定义为“方形”时，自动机械半径径向延伸以明确定义镜片的方形边缘。除了自动，还有固定，拾取和 zpl 宏求解。

延伸区和机械半直径都是表面扩展，旨在为用户提供更大的灵活性，同时在通光孔径之外产生光学机械特征。这些参数允许定义为适合加工的光学形状。

目前大多数没有有效偏心的旋转对称的表面类型支持延伸区和机械半直径。这两个参数仅在专业版和高级版中可用。

由于机械半直径根据镜片的机械边缘定义的表面径向尺寸，所以该值用于确定透镜的边缘厚度以及在进行热分析时边缘厚度将如何随温度而变化。

圆锥系数 (Conic)

圆锥系数允许使用在不同的表面类型。要输入或改变曲面的圆锥系数，请将光标移至所需的单元格，然后输入新的值。圆锥系数是无量纲的。有关如何定义圆锥曲面讨论，请参见“标准”部分。

TCE

TCE 值是单位为 1e-6 / K 的热膨胀系数。例如，在 10K 以上 10mm 厚的材料的膨胀可以计算为 TCE * 1e-6 * 10K * 10mm。

OpticStudio 目前使用 TCE 值来模拟线性热膨胀，与温度范围无关。玻璃供应商提供的目录值通常是-30 至+70 摄氏度温度范围内的 TCE，但 OpticStudio 将在任何温度范围内使用 TCE 值。

在玻璃目录中定义了材料后，OpticStudio 将使用为该材料指定的 TCE 来确定使用该材质的曲面的半径，中心厚度和其他数据的热膨胀。但是，如果材料不是固体，而是气体或液体，则通常热膨胀不受材料特性支配，而是由安装材料的边缘厚度决定。

在这种特殊情况下，OpticStudio 需要使用镜头数据编辑器中提供的 TCE 来定义安装材料属性，而不是玻璃目录中提供的 TCE。这可以通过为玻璃目录中的材料设置“忽略热膨胀”开关来完成。

其他参数 (Other Parameters)

参数数据由定义某些表面类型属性的附加数值组成。 有关参数数据的更多信息，请参见序列面（镜头数据编辑器）一节。

序列表面（镜头数据编辑器）Sequential Surfaces (lens data editor)

OpticStudio 能够模拟许多类型的光学元件。 这些包括传统的球形玻璃表面，加上非球面，toroid 面，柱面等，OpticStudio 也可以模拟衍射光栅，二元光学，菲涅耳透镜，全息图及其他。

由于 OpticStudio 支持大量的表面类型，用户界面的常规电子表格安排将很难使用。 例如，对于没有衍射能力的表面，不需要有用于衍射级的列。 为了使用户界面尽可能地整洁，OpticStudio 使用了不同的表面类型来指示需要哪种数据来定义该类型的表面。

参数数据 (Parameter data)

标准表面可以是由均匀的材料（如空气，镜子或玻璃）形成的平面，球形或圆锥形的非球面表面，然后。所需的唯一参数是半径（可以是无穷大来产生一个平面），厚度，圆锥系数（默认零值表示球体）和玻璃类型的名称。

其他表面类型使用这些相同的基本数据以及其他值。例如，偶数非球面曲面使用所有标准曲面列数据加上描述多项式系数的附加值。这些值被称为参数。要理解的参数值最重要的属性是其含义根据所选的表面类

型而变化。例如，偶面非球面使用参数 1 来指定抛物面非球面项的系数。然而，近轴表面使用参数 1 来指定表面的焦距。这两种表面类型都使用参数 1，但出于不同的目的，因为两种表面类型不会同时在同一表面上使用。

数据存储的共享简化了 OpticStudio 界面，并减少了运行程序所需的总内存。 将标准曲面更改为某种其他曲面类型后，OpticStudio 将自动更改参数列上的列标题，以反映每个参数在曲面上的作用。 当您将光标从一个单元格移动到另一个单元格时，列标题将始终显示该单元格的用途。 如果当前曲面不使用参数列，则列标题将显示“未使用”。

序列表面类型一览表 (Summary Table of Sequential Surface Types)

OpticStudio 模拟平面，球面和圆锥曲面; 所有这些表面类型都归入标准表面的类别下。 通过单击镜头数据编辑器中的表面类型列，可以选择其他表面模型。 展开下拉菜单，会列出所有可用的表面类型。

用户自定义序列面 (User Defined Sequential Surfaces)

无论添加多少表面到 OpticStudio 中，似乎都需要添加另一种表面类型来解决特定的设计，建模或公差问题。如果问题所需的表面类型尚未包含在 OpticStudio 中，则使用“用户自定义”中描述的“用户自定义”表面轻松添加新的表面类型。用户定义的曲面通过编写定义曲面属性的软件来创建，然后将软件动态链接到 OpticStudio 中。

如果您需要自定义表面类型，而且您不希望自己编写软件，请联系 OpticStudio 技术支持部门，获取有关开发自定义表面的报价以满足您的要求。我们在开发光线跟踪算法方面有相当多的经验，通常可以在很短的时间内以小额费用为用户定义的表面代码。

下表总结了 OpticStudio 支持的曲面类型。最常见的表面类型是标准表面。对于未列出的类型，请参见“用户自定义”部分。

表面类型一览表

表面类型	描述
ABCD面	使用ABCD矩阵来模拟“黑盒子”
备用偶次面(Alternate Even)	可选择备选解决方案的偶次非球面
备用奇次面(Alternate Odd)	可选择备选解决方案的奇次非球面
大气折射面(Atmospheric Refraction)	通过地球大气引起的折射
双锥面(Biconic)	X和Y轴有独立的圆锥系数的非球面
双锥形Zernike (Biconic Zernike)	有x，y和Zernike多项式项的双锥面
二元光学面1(Binary Optic 1)	使用230项多项式来定义相位
二元光学面2(Binary Optic 2)	使用径向多项式来定义相位
二元光学面3(Binary Optic 3)	双区域非球面和衍射面
二元光学面4(Binary Optic 4)	多区域非球面和衍射面
双折射输入/输出 (Birefringent In/Out)	用于模拟单轴晶体；支持以普通或特别的模式追踪光线。 还支持具有可变晶轴方向的

黑匣子镜头(Black Box Lens)	一个可对一系列OpticStudio表面进行模拟的表面，但是定义的数据是隐藏的
切比雪夫多项式 (Chebyshev Polynomial)	基于切比雪夫多项式的自由曲面
共轭(Conjugate)	在两点上定义具有理想成像的曲面
坐标间断(Coordinate Break)	允许旋转和偏心
三次样条(Cubic Spline)	8个点旋转对称
柱面菲涅尔面 (Cylinder Fresnel)	在多项式柱面上的多项式柱面菲涅尔面
数据(Data)	虚拟面可将额外数据值传递给UDS
衍射光栅(Diffraction Grating)	在标准面上的刻有规则光栅
椭圆光栅1(Elliptical Grating 1)	具有非球面项和多项式凹槽的椭圆光栅
椭圆光栅2 (Elliptical Grating 2)	具有由倾斜平面形成的非球面项和凹槽的椭圆光栅
偶次非球面(Even Asphere)	标准面加多项式非球面项
扩展非球面(Extended Asphere)	使用径向多项式来定义矢高
扩展三次样条 (Extended Cubic Spline）	旋转对称最多拟合250点
扩展菲涅尔(Extended Fresnel)	在多项式面上的多项式菲涅尔面
扩展奇次非球面 (Extended Odd Asphere)	使用径向功率的奇数项
扩展多项式(Extended Polynomial)	使用230项多项式扩展来定义矢高
扩展环形光栅 (Extended Toroidal Grating)	具有扩展多项式项的非球面环形光栅

滤光片(Filter)	用具有任意函数的表面过滤或切趾光束
菲涅尔面(Fresnel)	具有屈光力的平面
广义菲涅尔面(Generalized Fresnel)	在非球面衬底上的XY多项式菲涅尔面
梯度1(Gradient 1)	有径向梯度折射率的材料表面
梯度2(Gradient 2)	有径向梯度折射率的材料表面
梯度3(Gradient 3)	有径向和轴向梯度折射率的材料表面
梯度4(Gradient 4)	有X，Y和Z梯度折射率的材料表面
梯度5(Gradient 5)	有色散模拟及径向和轴向梯度折射率的材料表面
梯度6(Gradient 6)	有Gradient Lens 公司的分散模拟及径向梯度折射率的材料表面
梯度7(Gradient 7)	球形梯度剖面

Gradium™	有分散模型及轴向梯度折射率的材料表面
梯度9(Gradient 9)	NSG SELFOC透镜的分散模拟及径向梯度折射率的材料表面
梯度10(Gradient 10)	有色散模拟及Y梯度折射率的材料表面
梯度12(Gradient 12)	有色散模拟及X，Y和Z梯度折射率的材料表面
网格梯度面(Grid Gradient)	由3D网格描述的梯度折射率表面。
网格相位面(Grid Phase)	由网格点描述的相位表面
网格矢高面(Grid Sag)	由网格点描述的表面形状
全息面1(Hologram 1)	两点光学制造全息图
全息面2(Hologram 2)	两点光学制造全息图
不规则面(Irregular)	具有偏心、倾斜和其他变形的标准面
Jones 矩阵面(Jones Matrix)	可校正偏振状态的琼斯矩阵
小透镜阵列(Lenslet Array)	一系列小透镜
非序列元件 (Non-Sequential Components)	通过3D表面和对象的集合追迹非序列光线
奇次非球面(Odd Asphere)	标准面加多项式非球面项
奇次余弦面(Odd Cosine)	奇次非球面加余弦多项式项
光学制造全息图 (Optically Fabricated Hologram)	有任意记录光波和椭圆基板的光学制造全息图。
近轴(Paraxial)	可理想成像的薄透镜表面
近轴XY(Paraxial XY)	在X，Y中具有不同的规格的薄透镜。
周期面(Periodic)	余弦形表面
多项式(Polynomial)	在x和y中的多项式扩展

Q型非球面(Q-Type Asphere)	基于Forbes多项式的非球面
径向光栅(Radial Grating)	有径向相位分布的衍射光栅
径向NURBS(Radial NURBS)	使用NURBS曲线来定义旋转对称表面
逆向反射面(Retro Reflect)	逆向反射光线沿入射路径反射回去
幻灯片(Slide)	可让点阵图充当过滤器的平面
标准(Standard)	包括平面、球体和圆锥体
超圆锥面(Superconic)	具有快速收敛的超圆锥非球面
倾斜面(Tilted)	在不改变坐标系时定义倾斜面

Toroidal	圆锥模型、非球面环形、圆柱体和增加的
Toroidal 光栅 (Toroidal Grating)	在一个圆锥形的圆环上的规则光栅
Toroidal 全息图 (Toroidal Hologram)	具有两点光学制造全息图的Toroidal基底
Toroidal样条(Toroidal NURBS)	使用NURBS曲线来定义一个环形对称表面
用户自定义(User Defined)	可使用任意用户定义的函数来描述表面的折射，反射，衍射，透射或梯度特性的一般表面
可变线距光栅 (Variable Line Space Grating)	可变线距光栅表面
Zernike 干涉条纹 (Zernike Fringe Phase)	使用37 个Zernike Fringe多项式来定义相位
Zernike矢高面 (Zernike Fringe Sag)	使用37 个Zernike Fringe多项式来定义矢高
Zernike标准相位 (Zernike Standard Phase)	使用多达231个Zernike标准多项式来定义表面相位
Zernike 标准矢高 (Zernike Standard Sag)	使用多达231个Zernike标准多项式来定义表面矢高
Zernike环形相位 (Zernike Annular Phase)	使用多达80个Zernike环形多项式来定义表面相位
Zernike 环形标准矢高(Zernike Annular Standard Sag)	使用多达80个Zernike环形多项式来定义表面矢高
波带片(Zone Plate)	使用不同深度的圆环的菲涅尔波带片模型。

以下是表面类型的字母顺序列表，包括其相关的参数定义。

分类序列表面类型 (Sequential Surface Types by Category)

常规表面(Conventional Surfaces)

表面类型	描述
双锥(Biconic)	一条独立于X和Y的圆锥曲线
双折射输入/输出 (Birefringent In/Out)	用于模拟单轴晶体;支持以普通或特别的模式追踪光线。还支持具有可变晶轴方向的双折

‘‘黑匣子’’ 透镜 (Black Box Lens)	一个可对一系列OpticStudio表面进行模拟的表面，但是定义的数据是隐藏的
共轭（Conjugate）	在两点上定义具有理想成像的曲面
坐标间断(Coordinate Break)	允许旋转和偏心
衍射光栅(Diffraction Grating)	在标准面上的刻有规则光栅
偶次非球面(Even Asphere)	标准面加多项式非球面项
扩展非球面(Extended Asphere)	使用径向多项式来定义矢高
菲涅尔面(Fresnel)	具有屈光力的平面
梯度1(Gradient 1)	有径向梯度折射率的材料表面
梯度5(Gradient 5)	有色散模拟及径向和轴向梯度折射率的材料表面
梯度6(Gradient 6)	有Gradient Lens 公司的分散模拟及径向梯度折射率的材料表面
Gradium™	有分散模型及轴向梯度折射率的材料表面
梯度9(Gradient 9)	NSG SELFOC透镜的分散模拟及径向梯度折射率的材料表面
不规则面(Irregular)	具有偏心、倾斜和其他变形的标准面
小透镜阵列(Lenslet Array)	一系列小透镜
光学制造全息图 (Optically Fabricated Hologram)	有任意记录光波和椭圆基板的光学制造全息图
周期面(Periodic)	余弦形表面
Q型非球面(Q-Type Asphere)	基于Forbes多项式的非球面
标准(Standard)	包括平面、球体和圆锥体
倾斜面(Tilted)	在不改变坐标系时定义倾斜面
Toroidal	圆锥模型、非球面环形、圆柱体和增加的Zernike项
Toroidal 光栅	在一个圆锥形的圆环上的规则光栅
波带片(Zone Plate)	使用不同深度的圆环的菲涅尔波带片模型

衍射表面(Diffractive Surfaces)

表面类型	描述
二元光学面1(Binary Optic 1)	使用230项多项式来定义相位
二元光学面2(Binary Optic 2)	使用径向多项式来定义相位

二元光学面3(Binary Optic 3)	双区域非球面和衍射面
二元光学面4(Binary Optic 4)	多区域非球面和衍射面
衍射光栅(Diffraction Grating)	在标准面上的刻有规则光栅
椭圆光栅1(Elliptical Grating 1)	具有非球面项和多项式凹槽的椭圆光栅
椭圆光栅2(Elliptical Grating 2)	具有由倾斜平面形成的非球面项和凹槽的椭圆光栅
扩展环形光栅 (Extended Toroidal Grating)	具有扩展多项式项的非球面环形光栅
网格相位面(Grid Phase)	由网格点描述的相位表面
全息面1(Hologram 1)	两点光学制造全息图
全息面2(Hologram 2)	两点光学制造全息图
光学制造全息图 (Optically Fabricated Hologram)	有任意记录光波和椭圆基板的光学制造全息图
径向光栅(Radial Grating)	有径向相位分布的衍射光栅
Toroidal 光栅(Toroidal Grating)	在一个圆锥形的圆环上的规则光栅
Toroidal 全息图 (Toroidal Hologram)	具有两点光学制造全息图的Toroidal基底
可变线距光栅 (Variable Line Space Grating)	可变线距光栅表面
Zernike Fringe	使用37 个Zernike Fringe多项式来定义相位
Zernike标准相位 (Zernike Standard Phase)	使用多达231个Zernike标准多项式来定义表面相位
Zernike环形相位 (Zernike Annular Phase)	使用多达80个Zernike环形多项式来定义表面相位

自由表面(Freeform Surfaces)

表面类型	描述
双锥形Zernik(Biconic Zernike)	有x，y和Zernike多项式项的双锥面
切比雪夫多项式 (Chebyshev Polynomial)	基于切比雪夫多项式的自由曲面
三次样条(Cubic Spline)	8个点旋转对称
柱面菲涅尔面(Cylinder Fresnel)	在多项式柱面上的多项式柱面菲涅尔透镜面
椭圆光栅1(Elliptical Grating 1)	具有非球面项和多项式凹槽的椭圆光栅
椭圆光栅2(Elliptical Grating 2)	具有由倾斜平面形成的非球面项和凹槽的椭圆光栅

扩展三次样条 (Extended Cubic Spline）	旋转对称最多拟合250点
扩展菲涅尔(Extended Fresnel)	在多项式面上的多项式菲涅尔面
扩展奇次非球面 (Extended Odd Asphere)	使用径向功率的奇数项
扩展多项式(Extended Polynomial)	使用230项多项式扩展来定义矢高
扩展环形光栅 (Extended Toroidal Grating)	具有扩展多项式项的非球面环形光栅
广义菲涅尔面(Generalized Fresnel)	在非球面衬底上的XY多项式菲涅尔面
网格梯度面(Grid Gradient)	由3D网格描述的梯度折射率表面
网格矢高面(Grid Sag)	由网格点描述的表面形状
奇次非球面(Odd Asphere)	标准面加多项式非球面项
奇次余弦面(Odd Cosine)	奇次非球面加余弦多项式项
多项式(Polynomial)	在x和y中的多项式扩展
径向NURBS(Radial NURBS)	使用NURBS曲线来定义旋转对称表面
超圆锥面(Superconic)	具有快速收敛的超圆锥非球面
Toroidal样条(Toroidal NURBS)	使用NURBS曲线来定义一个环形对称表面
Zernike矢高面(Zernike Fringe Sag)	使用37 个Zernike Fringe多项式来定义矢高
Zernike 标准矢高 (Zernike Standard Sag)	使用多达231个Zernike标准多项式来定义表面矢高
Zernike 环形标准矢高 (Zernike Annular Standard Sag)	使用多达 80 个 Zernike 环形多项式来定义表面矢高

梯度折射率表面(Gradient Index Surfaces)

表面类型	描述
梯度1(Gradient 1)	有径向梯度折射率的材料表面
梯度2(Gradient 2)	有径向梯度折射率的材料表面
梯度3(Gradient 3)	有径向和轴向梯度折射率的材料表面
梯度4(Gradient 4)	有X、Y和Z梯度折射率的材料表面
梯度5(Gradient 5)	有色散模拟及径向和轴向梯度折射率的材料表面
梯度6(Gradient 6)	有Gradient Lens 公司的分散模拟及径向梯度折射率的材料表面
梯度7(Gradient 7)	球形梯度剖面
Gradium™	有分散模型及轴向梯度折射率的材料表面

梯度9(Gradient 9)	NSG SELFOC 透镜的分散模拟及径向梯度折射率的材料表面
梯度10(Gradient 10)	有色散模拟及Y梯度折射率的材料表面
梯度12(Gradient 12)	有色散模拟及X，Y和Z梯度折射率的材料表面
网格梯度面(Grid Gradient)	由3D网格描述的梯度折射率表面

理想表面(Idealized Surfaces)

表面类型	描述
ABCD面	使用ABCD矩阵来模拟“黑盒子”
柱面菲涅尔面(Cylinder Fresnel)	在多项式柱面上的多项式柱面菲涅尔面
扩展菲涅尔(Extended Fresnel)	在多项式面上的多项式菲涅尔面
菲涅尔面(Fresnel)	具有屈光力的平面
广义菲涅尔面 (Generalized Fresnel)	在非球面衬底上的XY多项式菲涅尔面
全息面1(Hologram 1)1	两点光学制造全息图
全息面2(Hologram 2)	两点光学制造全息图
不规则面(Irregular)	具有偏心、倾斜和其他变形的标准面
Jones 矩阵面(Jones Matrix)	可校正偏振状态的琼斯矩阵
近轴(Paraxial)	可理想成像的薄透镜表面
近轴XY(Paraxial XY)	在X，Y中具有不同的规格的薄透镜
逆向反射面(Retro Reflect)	逆向反射光线沿入射路径反射回去
幻灯片(Slide)	可让点阵图充当过滤器的平面

专业表面(Specialist Surfaces)

表面类型	描述
备用偶次面(Alternate Even)	可选择备选解决方案的偶次非球面
备用奇次面(Alternate Odd)	可选择备选解决方案的奇次非球面
大气折射面 (Atmospheric Refraction)	通过地球大气引起的折射
数据(Data)	虚拟面可将额外数据值传递给UDS
非序列元件 (Non-Sequential Components)	通过3D表面和对象的集合追迹非序列光线

用户自定义 (User Defined)	可使用任意用户定义的函数来描述表面的折射，反射，衍射，透射或梯度特性的一般表面
可变线距光栅 (Variable Line Space Grating)	可变线距光栅表面

ABCD

ABCD 表面为“黑匣子”光学系统建模提供了强有力的方法。 如果您有一个镜头（或一个完整的光学系统），它只是您想要建模的一部分，并且您没有各个零件的规格数据，在首次命令中您仍然可以对行为进行建模。

ABCD 表面接受八个参数：Ax，Bx，Cx，Dx，Ay，By，Cy 和 Dy。 这些被用于形成 2*2 的矩阵（一个用于 x 方向，一个用于 y），用于在穿过表面时改变光线。 出射光线与入射光线有关，关系如下：

$$\begin{bmatrix} x' \\ \omega'_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_x & B_x \\ C_x & D_x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \omega \end{bmatrix},$$

对于 y 零件具有相似的表达式。 因为没有通过 ABCD 表面计算相位的可靠方法，如果透镜描述中存在 ABCD 表面，则不支持任何需要 OPD 数据的计算，如 OPD 扇形图，MTF 和 Zernike 系数。

ABCD 表面的参数定义

Parameter #	Definition
1	Ax
2	Bx
3	Cx
4	Dx
5	Ay
6	By
7	Cy
8	**Dy**

备用偶次面（Alternate Even）

如果该表面是标准或甚至非球面表面类型的形式，则用于将光线追踪到下一个光学表面的光线表面截距方程有两种解决方案。 在绝大多数情况下，OpticStudio 选择正确的解决方案。 然而，在某些系统中，所谓的特殊的光线实际上意在与另一个“备用”解决方案的下一个表面相交。 奇特的光线最有可能发生在掠射入射反射之后，其中光线仍沿相同的方向进行传播（光线矢量的 Z 分量不改变符号）。 除了使用备用解决方案外，备用偶次面与偶次非球面模型相同。 当使用备用偶次面时，OpticStudio 可能无法正确计算光程差。

备用奇次面（Alternate Odd）

如果该表面是标准或甚至非球面表面类型的形式，则用于将光线跟踪到下一个光学表面的光线表面截距方程有两种解决方案。 在绝大多数情况下，OpticStudio 选择正确的解决方案。 然而，在某些系统中，所谓的特殊的光线实际上意在与另一个“备用”解决方案的下一个表面相交。奇特的光线最有可能发生在掠射入射反射之后，其中光线仍沿相同的方向进行传播（光线矢量的 Z 分量不改变符号）。 备用奇次面模型与奇数非球面表面模型相同，但使用备用解决方案除外。 当使用备用奇次面时，OpticStudio 可能无法正确计算光程差。

大气（Atmospheric）

该表面用于模拟在观察星形或点源时通过地球大气层的折射效应。 大气具有很小但非零的色散分布，此分布将倾斜项引入取决于波长的入射波阵面。 OpticStudio 使用基于以下出版物中描述的模型：

P. K. Seidelmann, Ed., "Refraction - Numerical Integration", Section 3.281, Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac, pp. 141-143, University Science Books, Mill Valley, 1992.
C. Y. Hohenkerk and A. T. Sinclair, NAO Technical Note 63, Royal Greenwich Observatory Science and Engineering Research Council, 1985.

该模型提供六个参数：来源的可观测顶点角度（以度为单位），海拔观测器的高度（以米为单位），观测者的环境温度（以开尔文为单位），观测者的大气压力（以毫米为单位），相对湿度 （0.0 和 1.0 之间的数字），观测者的纬度（以度为单位）。

OpticStudio 计算所有定义波长的大气折射角（以弧度为单位），然后从所有波长中减去主波长的折射量; 从而使用主波长作为参考。 禁止参考主波长，将“Absolute ?”标志设置为 1。大气折射自身表现为 OPD 扇形图中的略微倾斜，或类似于光线扇形图中的横向色差的略微主光线偏移。 假设所有折射仅在 y 方向上发生。

这个表面模拟分色。 为了模拟大气湍流，请使用网格相位面与外部提供的数据文件。 有关网格相位面的信息，请参见“网格相位”。

大气压力表面的参数定义

参数 #	定义
1	顶点
2	高度

3	温度
4	气压
5	湿度
6	纬度
7	绝对值？

双锥面 (Bionic)

双锥面和 torodial 面型类似，除了在 X 和 Y 方向上的 conic 系数和底部半径两者有所不同。双锥面允许直接规范 Rx，Ry，Kx 和 Ky，双锥面的凹陷度定义为：

$$Z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x)c_x x^2 - (1 + k_y)c_y y^2}}$$

其中：

$$c_x = \frac{1}{R_x},\ c_y = \frac{1}{R_y}$$

X 方向的半径与圆柱体的参量 1 有关，如果参量为 0，则 X 方向的半径定义为无穷大。

双锥面的参数定义

Parameter #	Definition
1	Rx
2	kx

双锥 Zernike（Biconic Zernike）

双锥形泽尔尼克面和双锥形面类似，添加功能能够增加 X 和 Y 的值，泽尔尼克多项式变换，
双锥形泽尔尼克的凹陷度定义为：

$$Z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x)c_x x^2 - (1 + k_y)c_y y^2}} + \sum_{i=1}^{16} \alpha_i x^i + \sum_{i=1}^{16} \beta_i y^i + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中：

$$c_x = \frac{1}{R_x},\ c_y = \frac{1}{R_y}$$

Zi 是泽尔尼克标准术语，代表“泽尔尼克标准凹陷度”。

参数 0 是外推标志，如果外推标志设置为 0，泽尔尼克项将被半径标准化忽略在外，如果外推标志设置为 1，则无论表面出是否有光线，泽尔尼克项都要被考虑进去。即使光线落在标准半径之外，X 方向的半径和圆

锥系数也能在圆锥的参数 1 和参数 2 中定义。如果半径设置为 0，X 方向的半径被定义为无穷大。参数 3 是泽尔尼克项的最大数字，数字在 0 到 210 之间。参数 4 是用于泽尔尼克多项式展开的标准半径。

双锥形泽尔尼克面的参数定义

参数 #	定义
0	外推
1	Rx
2	Kx
3	泽尔尼克项数（最大为 20）
4	归一化半径
13-28	x 指数系数
29-44	y 指数系数
45-354	泽尔尼克标准多项式系数

二元面 1（镜头数据编辑器序列表面）Binary 1(sequential surfaces, lens data editor)

二元光学，也称为相息图，和全息图类似。由于光线穿过光学表面的凹槽和细线，经过该表面的光波发生相位变化，OpticStudio 并不能直接建立波长级的凹槽模型，而是通过对表面局部表示的相位的提前或延迟来改变光线的传播方向。忽略其他影响，例如效率或多级衍射。二元面的厚度可以为 0，在表面上没有指数变化，后者二元面可以在表面的另一边可以有不同的介质。在这种情况下，材料的改变能够解释产生的折射和散射效应。二元面允许完全准确的多色光线和 OPD 追踪。

二元光学面 1 和多项式展开面类似，除了代表经过整个光学表面的相位变化（而不是表面高度）的多项式。因此，二元光学面的系数是以弧度作为单位而不是以透镜为单位。二元光学面 1 的形状和偶次非球面的形状类似，支持平面，球面，锥面和到 16 阶的多项式非球面。表面凹陷度由下面的公式表示：

$$\mathrm{Z} = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)\mathrm{c}^2 r^2}} + \alpha_1 \mathrm{r}^2 + \alpha_2 \mathrm{r}^4 + \alpha_3 \mathrm{r}^6 + \alpha_4 \mathrm{r}^8 + \alpha_5 \mathrm{r}^{10} + \alpha_6 \mathrm{r}^{12} + \alpha_7 \mathrm{r}^{14} + \alpha_8 \mathrm{r}^{16},$$

其中公式和偶次非球面模型的公公式类似。详情请参阅“偶次非球面(Even Asphere)”，二元光学面 1 根据下面的多项式展开式对光线累加相位差：

$$\Phi = M \sum_{i=1}^{N} A_i E_i\,(x, y)$$

其中 N 是级数中多项式系数的个数。Ai 是第 i 个多项式展开式的系数，M 是衍射阶数。正如“多项式展开式”所描述的，多项式是 x 和 y 的幂级数，Ai 系数都是以弧度作为单位（一个波长 2π 弧度）。如果参数 9 是非零值，则 X 和 Y 左边的绝对值可以用来计算上诉变大时中的相位。“绝对”选项产生不同的，不连续的相位剖面。

二元光学面 1 的参数定义

参数 #	定义
0	M，衍射级数
1-8	$\alpha_1 - \alpha_8$
9	绝对？（见讨论）
13	最大项数（不超过 230）
14	归一化半径。所有的光线截取点除以这个数以确定用于多项式评价的 x 坐标和 y 坐标。
15-244	多项式系数

“最大项数”用于定义多项式展开的最高项，该最高项用于计算表面相位差。这个最大项数用来加速光线追踪计算，当超过这个数字时，项数被忽略。列如，如果你希望用 xy3 作为级数的最后一项，项数是 13，那么在“最大项数”栏中定义 13，注意项数是 13，因为它是多项式展开式中的第 13 项（不是编辑器中的第 13 个参数）。

归一化半径用来衡量 x 和 y 截距的光线坐标，因此多项式全都无量纲，系数都是以弧度为单位。对于多项式没有很好描述的相平面，请参见“网格相位”。

【二元光学系数符号约定】(Binary Optic Coefficients Sign Conventions)

了解二元光学表面相位系数符号约定很重要。想象准直光束被一个无限薄二元光学表面聚焦。如果准直光束在二元光学的另一边变成聚焦的会聚光束，则边缘射线比轴射线的路径长度长。因此，二进制光学必须添加一个边缘射线的负路径长度。使用这个约定，正功率二元光学有一个负二次相位系数。虽然 OpticStudio 选择的符号规则是任意的，但就制造决策而言，了解公约是什么很重要。在设计制造之前，可以通过测试一些案例来验证软件使用的符号约定。

二元面 2（镜头数据编辑器序列表面）Binary 2(sequential surfaces, lens data editor)

二元光学，也称为相息图，和全息图类似。由于光线穿过光学表面的凹槽和细线，经过该表面的光波发生相位变化，OpticStudio 并不能直接建立波长级的凹槽模型，而是通过对表面局部表示的相位的提前或延迟来改变光线的传播方向。忽略其他影响，例如散射，效率或多级衍射。二元面的厚度可以为 0，在表面上没有指数变化，后者二元面可以在表面的另一边可以有不同的介质。在这种情况下，材料的改变能够解释产生的折射和散射效应。二元面允许完全准确的多色光线和 OPD 追踪。
二元光学面 2 和扩展非球面类似，除了存在表示经过整个光学表面的相位变化（而不是表面高度）的附加多项式。因此，二元光学面的系数是以弧度作为单位而不是以透镜为单位。二元光学面 1 的形状和偶次非球面

的形状类似，支持平面，球面，锥面和到 16 阶的多项式非球面。表面凹陷度由下面的公式表示：

$$Z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

其中公式和偶次非球面模型的公式类似。详情请参阅“偶次非球面(Even Asphere)”。二元光学面 2 根据下面的多项式展开式将对光线累加相位差：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} A_i \rho^{2i}$$

其中 N 是级数中多项式系数的个数。Ai 是 ρ 的 2i 次幂的系数，是归一化的径向孔径坐标。M 是衍射阶数。N 是第一个额外的数据项，项的数目可以为 0 或者是任何高于 240（或者是 ρ 的 480 项）的整数以排除所有的二元光学效应，额外数据 2 是归一化半径。额外的数据 3 到 242 都是展开式系数。

二元光学面 2 的参数定义

参数 #	定义
0	M，衍射级数
1-8	$\alpha_1 - \alpha_8$
13	最大项数（不超过 230）
14	归一化半径。所有的光线截取点除以这个数以确定用于多项式评价的 x 坐标和 y 坐标。
15	ρ^2的弧度系数
16	ρ^4的弧度系数
17-254	$\rho^{2(n-14)}$的弧度系数

“最大项数”用于定义多项式展开的最高项，该最高项用于计算表面相位差。这个最大项数用来加速光线追踪计算，当超过这个数字时，项数被忽略。列如，如果你希望用 ρ14 作为级数的最后一项，项数是 6，那么在“最大项数”栏中定义 7，注意项数是 7，因为它是多项式展开式中的第 7 项（不是编辑器中的第 7 个参数）。

归一化半径用来衡量 x 和 y 截距的光线坐标，因此多项式全都无量纲，系数都是以弧度为单位。对于多项式没有很好描述的相平面，请参见“网格相位”。

【二元光学系数符号约定】(Binary Optic Coefficients Sign Conventions)

详情请参考“二元光学 1(Binary Optic 1)”中的符号约定。

二元面 3 (Binary 3)

二元光学面 3 和二元光学面 2 非常类似，两者主要的区别在于，二元光学面 3 支持两个同心径向区域，每个区域有独立半径，圆锥曲线和多项式非球面变形以及衍射相位数据。二元光学面 3 的表面被两个径向坐标

A1 和 A2 分成两个区域。内部径向区域从表面中心延伸到径向坐标 A1。外部径向区域从 A1 向外延伸。径向坐标 A2 用于对外部区域的相位系数进行归一化处理，即使表面可能延伸超过坐标 A2。外部区域和内部区域偏移使得表面凹陷一直存在整个区域边界，除非“暂停(break)”选项的参数设置为 1.OpticStudio 要求 0<A1<A2。

内部区域的表面凹陷由下面的公式表示：

$$Z_1 = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)\mathrm{c}^2 r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_{1i}\, \mathrm{r}^{2i}, for\ r \le A_1$$

N 是非球面展开式项数，用户可以像下面描述的那样对其进行设置。内部区域曲率的值 C1，是定义在透镜编辑器（Lens Data Editor）的曲率半径的倒数。内部区域的圆锥常数也能够在透镜编辑器（Lens Data Editor）中的通常圆锥曲线一栏中进行设置。使用具有不同的系数和偏移值的类似表达式来定义外部区域的表面凹陷度：

$$Z_2 = Z_0 + \frac{c_2 r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_2){c_2}^2 r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_{2i}\, \mathrm{r}^{2i}, for\ r > A_1$$

其中，选择 Z0 使得表面在径向坐标 A1 或 zo = z1 (A1) – z2 (A1) 处的内部和外部区域之间的边界处连续（计算 Z2 时，Z0 的值临时设置为 0）。外部区域曲率半径（从这里计算 C2 的值）和外部区域圆锥系数可以按照下面介绍的进行设置。对于外部是平面的区域，半径设置为 0。

内外和外部区域都具有衍射相位分布，具有独立系数。该内部区域的相位由下面的公式给出：

$$\Phi_1 = M_1 \sum_{i=1}^{N} \beta_{1i}\, \rho^{2i}, \text{ and } \rho_1 = \frac{r}{A_1}$$

其中 N 是系列中的多项式系数的项数，β1i 是 ρ1 的幂的系数，ρ1 是归一化径向孔径坐标，M1 是衍射级。一个类似的表达式描述了外部区域的相位：

$$\Phi_2 = \delta_0 + M_2 \sum_{i=1}^{N} \beta_{2i}\, {\rho_2}^{2i}, \text{ where } \rho_2 = \frac{r}{A_2}$$

相位漂移和凹陷偏移具有相似的目的，由此定义为：

$$\delta_0 = \Phi_1(1) - \Phi_2(A_1/A_2)$$

（计算 Ω2 时，δ0 的值暂时设置为 0）

注意归一化半径 A2 仅仅用于定义径向孔径，从而对外部区域的相位系数进行归一化。表面的外部区域和相关相位分布可以超出该值。

当区域边界交叉时，这个表面双重区域的性质会使得表面的相位的计算变得复杂。相位偏移说明相位在区域边界上是连续的。这对于设计和目标分析很有必要的，因为几百个光波的相位跳跃使得对现象的解释和说明变得困难。但是，这个相位偏移是人为设计的，在实际设计中必须考虑。为了获得最佳成像性能，外部区域和内部区域应该同相。当内部和外部区域在边界处的相位差为波长的整数倍时，或者如果 δ0=J2π，其中 J 是任意整数，则满足同相条件。只要边界两侧的相位斜率略有不同，这个条件通常可以通过对 A1 进行微小改变来实现。为了简化边界条件，OpticStudio 计算出 sinδ0，并在参数 7 中设置为该值，然后使用边界优化函数的操作数 PMVA 将该值设为 0，注意这个值是从相位数据中计算出的，而不是变量或用户定义的。

内部和外部区域的凹陷区别和分为两种。如果“Break”选项的参数设置为 0，然后将外部参数沿着局部 Z 轴移动，使得表面在区域边界处连续。如果“Break”参数设置为 1，则外部凹陷由没有偏移的凹陷方程定义，且通常会导致凹陷不连续。这种不连续性将导致 OpticStudio 无法减去 OPD 计算的大的不连续性。

二元光学面 3 的参数定义

二元光学面 3 的参数定义

参数 #	定义
1	R2
2	$\alpha_1 - \alpha_8$
3	A1
4	A2
5	M1
6	M2
7	sinδ0
8	间断？
13	最大项数 N（不超过 60）
14、15、16、17	当 N>=1 的系数$\alpha 11$，$\beta 11$，$\alpha 21$ 和$\beta 21$
18、19、20、21	当 N>=1 的系数$\alpha 12$，$\beta 12$，$\alpha 22$ 和$\beta 22$
22、23、24、25 等	如上模式以此类推，4 个系数为一组推广到 N 组

【二元光学系数符号约定】(Binary Optic Coefficients Sign Conventions)

详情请参考“二元光学 1(Binary Optic 1)”中的符号约定。

二元面 4（Binary 4）

二元光学面 4 和二元光学面 2、3 类似。主要的区别在于二元光学面 4 支持可变数量的同心径向区域，具有独立的径向大小，半径，圆锥曲线，衍射阶数，多项式非球面变形以及每个区域的衍射相位数据。用户可以定义区域的数量，甚至非球面系数和相位系数，直到达到额外数据文件中允许的最大数量。每个区域需要 4 个值（光圈，半径，圆锥系数和衍射级数）以及可变数量的偶次非球面和二进制相位系数。总的项数是 Nz*(4 + Na + Np)，其中 Nz 是区域数量，Na 是非球面的数量，Np 是相位项的数量。总数不能超过 242 个，Nz 必须在 1 到 60 之间， Na 和 Np 必须在 0 到 20 之间。

表面被划分成区域。第一区域从顶点延伸到径向坐标 A1，第二区域从 A1 延伸到 A2，并且继续穿过最后区域，径向坐标也用来对各自区域内的非球面和相位系数进行标准化。每个区域和原先区域有所偏移，使得表面凹陷连续穿过区域边界。OpticStudio 要求第一区域有一个径向孔径大于 0，之后的每一个区域必须大于前一区域。

区域 j 的表面凹陷度可由下面的公式表示：

$$Z_j(\mathrm{r}) = \frac{c_j r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_j)c_j{}^2 r^2}} + \sum_{i=1}^{N_a} \alpha_{ji}\, \mathrm{p}^{2i} + Z_0,$$

注 c，k，α 项都是每一区域唯一的。选择 Z0 项使得表面在径向坐标 Aj – 1 处连续横跨当前区域和之前的区域的边界。或者：

$$\mathrm{Z}_0 = Z_{j-1}(A_{j-1}) - Z_j(A_j)$$

（计算 Zj 时，Z0 的值暂时设置为零）归一化坐标 P 由 r / Aj 表示。

所有区域也可以具有独立系数的衍射相位分布，区域 j 的相位由下面的公式给出：

$$\Phi_j = \delta_0 + M_j \sum_{i=1}^{N_p} \beta_{ji}\, \rho_j{}^{2i}$$

其中N_p是级数的多项式系数的数目，β1i 是 ρj 的 2i 次幂系数，是归一化径向孔径坐标，Mj 是衍射级数。相位偏移与凹陷偏移的作用类似，可定义为：

$$\Phi_0 = \Phi_{j-1}(1) - \Phi_j(A_{j-1}/A_j)$$

（计算 Φj 时，δ0 暂时设置为零）

注意最外层区域的归一化半径仅用于定义径向光圈以使得外层区域的系数归一化。表面的外区和相关的相位分布可能超出这个值。

当区域边界交叉时，表面的多区域性质在计算表面相位时会产生一个复杂的问题。相位偏移 δ0 说明相位在区域边界上是连续的。这对于设计和分析很有必要，因为几百个光波的相位跳变将使得解释和分析变得困难。但是，这个相位偏移是人为设计的，在设计相位设计中必须考虑到。为了获得最佳成像性能，外部区域应与内部区域同相。当内部和外部区域在边界处的相位差为波长的整数倍时，或者如果 δ0=Q2π，其中 Q 是任意整数，则满足同相条件。只要边界两侧的相位斜率略有不同，这个条件通常可以通过对 Aj 进行微小改变来实现。为了简化边界条件，OpticStudio 计算每个区域的边界的 sinδ0，并在参数 4 中设置为 sinδ0 的平方和(SS)，而后使用边界优化函数操作数 PMVA 将该值设置为零，注意，这个值是从相位数据中计算而来的，不是用户定义的或可变的。

二元光学面 4 的参数定义

参数 #	定义
1	Nz
2	Na
3	Np
4	SS sinδ0
13	区域 1 的径向孔径
14	区域 1 的曲率半径
15	区域 1 的圆锥常量

16	区域 1 的衍射级数
13	最大项数 N（不超过 60）
下一个 Na	区域 1 的非球面凹陷系数
下一个 Np	区域 1 的相位系数
其余系数	该模式继续以 4+Na+Np 个系数组为一组，推广到 Nz 个组

【二元光学系数符号约定】(Binary Optic Coefficients Sign Conventions)

详情请参考“二元光学 1(Binary Optic 1)”中的符号约定。

双折射入射和双折射射出 (Briefringent In and Birefringent Out)

用户只能在专业版的 OpticStudio 中使用这个功能，或额外购买此功能。

这两个平面可以代替单轴晶体，比如方解石。这些类型的晶体都只有一条晶轴。晶轴决定了材料的对称轴和两条色散曲线，一条为“寻常光”的折射率，另一条为“非常光”的折射率。根据光线的偏振态和光线与晶轴的夹角，这些材料对光线会产生不同的折射。对于任意的实际光线，这些不同的折射情况可能产生两种不同的折射角，因此把他们称为双折射晶体。有关于双折射材料的详细信息，请参照 Saleh 和 Teich 的光子学基础(Fundaments of Photonics),Wiley 出版公司。这本书只介绍了这些材料和它们的追迹特性。注意：当光线的传播方向平行于晶轴时，一些晶体材料例如石英可能会展现 OpticStudio 无法模拟的光学现象。光学现象可以用琼斯矩阵平面来解释，请参加“琼斯矩阵(Jones Matrix)”。双折射入射/出射平面可以是平面，球面，锥形非球面或 Toroida 面。

OpticStudio 可以模拟晶轴方向变化的单轴晶体。OpticStudio 也支持多种不同变化形式的多项式模型。有关更多信息，请参见“如何定义非均匀材料的晶轴(Defining the crystal axis for inhomogeneous materials)”

双折射材料折射光线遵从 Snell 定律，但介质中的有效折射率取决于入射光的偏振态和折射光线与晶轴的夹角。寻常光线的折射遵从：

$$\mathrm{n}\sin\theta = n_o sin\boldsymbol{\theta}''$$

其中下表“o”的为寻常光线折射率。当然，这只是 Snell 定律。对于非常光，折射定律变为:

$$\mathrm{n}\sin\theta = n(\theta_w)\sin\theta'$$

这也是 Snell 定律，但双折射材料中的有效折射率是角度 $_w$,这个角度是晶轴矢量$a\hat{}$与折射光线波矢量 k 之间的夹角。此外，光线矢量$s\hat{}$作为指向能量传播方向的矢量（也称为坡印亭矢量）不与波矢量$k\hat{}$在同一方向。而是与$k\hat{}$成一个微小的夹角。在各向同性介质中，$k\hat{}$和$s\hat{}$的方向相同，所以我们在设计大部分光学系统时，我们追迹$k\hat{}$。但是在这种情况下，我们必须要了解光线矢量和波矢量的方向是不同的。角度θ_w定义为 $\cos\theta_w = k\hat{}\,a\hat{}$。折射率的公式为：

$$\left(\frac{1}{n(\theta_w)}\right)^2 = \left(\frac{\cos\theta_w}{n_o}\right)^2 + \left(\frac{\sin\theta_w}{n_e}\right)^2$$

其中n_o是寻常光的折射率，n_e是非常光的折射率。

$k^{和}s$^之间的夹角 α 为：

$$\cos\alpha = k\hat{} \cdot a\hat{}, \text{ where}$$

$$\tan\alpha = \frac{({n_e}^2 - {n_o}^2)\tan\theta_w}{{n_e}^2 + (n_o\tan\theta_w)^2}$$

并且矢量k^和矢量s^都与晶轴矢量a^在同一平面上。波矢量k^指向波前的法线方向，而s^指向能量传播的方向。OpticStudio 使用s^的分量作为光线的方向余弦来进行光线追迹。

如何定义基底形状(Defining the substrate shape)

双折射入射/出射平面可以是平面，球面，锥形非球面或 Toroida 面。默认的基底形状和曲率半径以及圆锥系数所定义的标准平面（请参见“标准平面(Standard)”）相同。该标准基底称为形状 0。目前能支持用户使用的还有形状 1，它是和 Toroidal 面相同的表面（请参见“Toroida 面”），但是非球面系数被限制为 10 次项并且不支持 Zernike 选项。形状数由参数 6 定义。

如何定义折射率(Defining the index)

通常，OpticStudio 使用玻璃库和玻璃名称来定义寻常光的折射率。比如，将平面定义为双折射入射面，然后输入方解石作为玻璃名称，这样就可以模拟出方解石。OpticStudio 用这个名称来计算任意波长下的寻常光折射率。

如果要计算非常光的折射率，OpticStudio 会在玻璃名称后加上“-E”然后在玻璃库中搜索此材料。在方解石这个例子中，OpticStudio 会在玻璃库中搜索“方解石-E”。若找到这个名称，则会将这个名称下的折射率应用到非常光的折射率。若没有找到这个名称，则会发出错误提示。这个功能可以定义任何材料寻常光和非常光的折射率并在之后使用

Opticstudio 使用寻常光的折射率进行大部分计算，比如 EFL、EPD、F/#等等。非常光的折射率仅用于追踪非常光线。指令报告会同时列出寻常光和非常光的折射率，在使用这个功能进行重要的分析之前要仔细检查这些数据。

如何定义均匀材料的晶轴(Defining the crystal axis for homogeneous materials)

在介质中，均匀材料的晶轴方向不会发生改变。晶轴方向表示为与 x、y 和 z 轴所成的方向余弦，参数列宽为 2、3 和 4。例如，若要定义沿 x 轴方向的晶轴则矢量值为（1,0,0）。若要定义与平面顶点法线对齐并且沿着 z 轴的晶轴，则矢量值为（0,0,1）。注意：双折射入射平面的坐标系是局部坐标系并且 Opticstudio 会在其中转换为单位分量。

如何定义非均匀材料的晶轴(Defining the crystal axis for inhomogeneous materials)

Opticstudio 支持晶轴方向随着位置函数改变的双折射材料。关于如何建造这些材料类型的模型，请参见“Ray equation for a spatially variable uniaxial crystal and its use in the optical design of liquid-crystal lenses”，作者 C. Jenkins, R. Bingham,K. Moore, and G. Love，,出自 J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 24, No. 7, pp2089-2096 (2007)。晶轴方向的变化通过几个多项式之一来定义。选择所使用的多项式称为梯度模式，并且梯度模式由附加数据值 1 定义。支持的梯度模式由下表定义。

梯度模式多项式 (GRADIENT MODE POLYNOMIALS)

梯度模式	a 的定义式
0	若材料是均匀的，a 由镜头数据编辑器中的参数 2-4 定义
1	$a_x = \sum_{i=0}^{6} c_{xi} r^i, a_y = \sum_{i=0}^{6} c_{yi} r^i, a_z = \sqrt{1 - a_x^2 - a_y^2}$
2	$a_z = 1 + \sum_{i=0}^{8} c_{zi} r^i, a_x = \frac{x}{r}\sqrt{1 - a_z^2}, a_y = \frac{y}{r}\sqrt{1 - a_z^2}$
3	$\theta = \sum_{i=0}^{8} p_i r^i, a_z = sin\theta, a_x = \frac{x}{r} cos\theta, a_y = \frac{x}{r} cos\theta.$ 若$\theta = 0$则$\ddot{a} = \{0,1,0\}$.角度 θ由弧度得到
4	$a_x = 0, a_y = \sum_{i=0}^{8} a_i y^i, a_z = \sqrt{1 - a_y^2}$
5	$\theta = \sum_{i=0}^{8} p_i r^i, a_z = cos\theta, a_x = \frac{x}{r} sin\theta, a_y = \frac{x}{r} sin\theta.$ 角度 θ由弧度得到
6	$\sin\theta = \sqrt{\frac{O^2(E^2 - (E - A\emptyset)^2)}{B(E - A\emptyset)^2}}$,其中∅是弧度值，$a_x = 0$，$a_y = sin\theta$，$a_z = cos\theta$. 角度∅由弧度得到。这个公式呈现了一个径向螺旋相位分布，其中 O 和 E 是寻常光和非常光的折射率，A 和 B 是螺旋中的折射率梯度。
7	$a_x = \sum_{i=0}^{16} c_{xi} r^i, a_z, a_y = \sqrt{1 - a_x^2 - a_z^2}$
8	$a_x = 0, a_y = \sum_{i=0}^{4} \sum_{j=0}^{4} c_{2j2i} r^{2j} \left(\frac{z - z_o}{z_n}\right)^{2i}, a_z = \sqrt{1 - a_y^2}$
-	其他等式可能将来在用户的建议下添加

若用户使用上表的等式计算矢量$a^{\wedge}$的分量值，则可以对$a^{\wedge}$进行单位化。应注意多项式系数定义的晶轴矢量值是有效实数，否则将不能成功定义晶体的状态。在梯度模式下，所有的多项式系数在每列的附加数据文件中有定义（请参阅平面属性的导入部分(the Import section of the Surface Porperties)）

当用户使用非零梯度模式时，光在晶体里的传播路径通常为曲线。原因在于$k\hat{}$和$a\hat{}$之间的夹角不断变化导致有效折射率也在不断变化。光线追迹必须分段完成，并且光线追迹的准确性取决于最大步长。最大步长称为“Delta T”，由附加数据值 2 定义。这种情况与梯度折射率玻璃一致。有关更多信息，请参见“GRIN 平面的最大步长(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”

选择追迹光线(Determining which ray is traced)

若模式数设置为 0 或 2，Opticstudio 会追迹寻常光线。若模式数设置为 1 或 3，Opticstudio 会追迹非常光线。模式数是镜头数据编辑器中的参数 1。在序列模式下，OpticStudio 不能同时追迹两条光线，但是只要在结构 1 中把模式数设置为 1，在结构 2 中把模式数设置为 1，就能很轻松地创建一个多重结构透镜。它能同时查看、优化或者设计两个光路。寻常光线的模式数 0 和 2 之间的区别以及非常光的模式数 1 和 3 之间的区别请看下一章的陈述。

当寻常光线和非常光线与平面垂直时(When the ordinary and extraordinary ray are normal to the surface)

当光线沿着晶轴传播时，寻常光和非常光之间基本没有区别。对于这种情况，所有光线的折射率都和寻常光线的折射率相同。但是若要选择不同偏振模式下的追迹光线，寻常光与非常光之间的区别就显得很重要。ZOS 让寻常光为 S 偏振光，而非常光为 P 偏振光。

若光线沿着垂直于平面的方向传播，情况会更加复杂因为 s 偏振和 p 偏振在这种情况下区别也变得不大。

有关于 ZOS 如何处理这种不明确的情况，请参见当光线与平面垂直时(When the ray is normal to the surface)这一部分。

此外，因为$\vec{s}$和$\vec{p}$的方向实际上取决于入射光的偏振态，而且定义寻常光偏振态和非常光偏振态的轴也取决于入射光线的偏振态。所以沿着晶轴传播的光线将有两种偏振态，这造成了寻常光和非常光不同的偏振轴。当考虑到模式 0 或者 1 时，这可能会造成与直观现象不符的结果。用户可以设计的系统有 100%传输性能的输入光线，其偏振态为（1,0）或者（0,1），但是偏振态为（1/sqrtt(2), 1/sqrtt(2)）只有 50%的传输性能。在这种情况下，用户应该使用多重结构来考虑寻常光线和非常光线。

如何考虑相位旋转(Accounting for phase rotation)

为了解释偏振光追迹的相位旋转，有两种极限情况需要考虑。从概念上讲，光束分解成有微小夹角的寻常光束和非常光束。若光束传播了一段很长的距离，寻常光束和非常光束将分离成两束不同的光束。但是若传播距离很短，两束光束会发生相干干涉，从而产生一束（通常）旋转偏振态的光束。从概念上讲，这就像同时追迹寻常光和非常光，然后在通过双折射介质后相干干涉。用户可以改变模式来选择模型，这样可以确定透射性质和偏振性质。

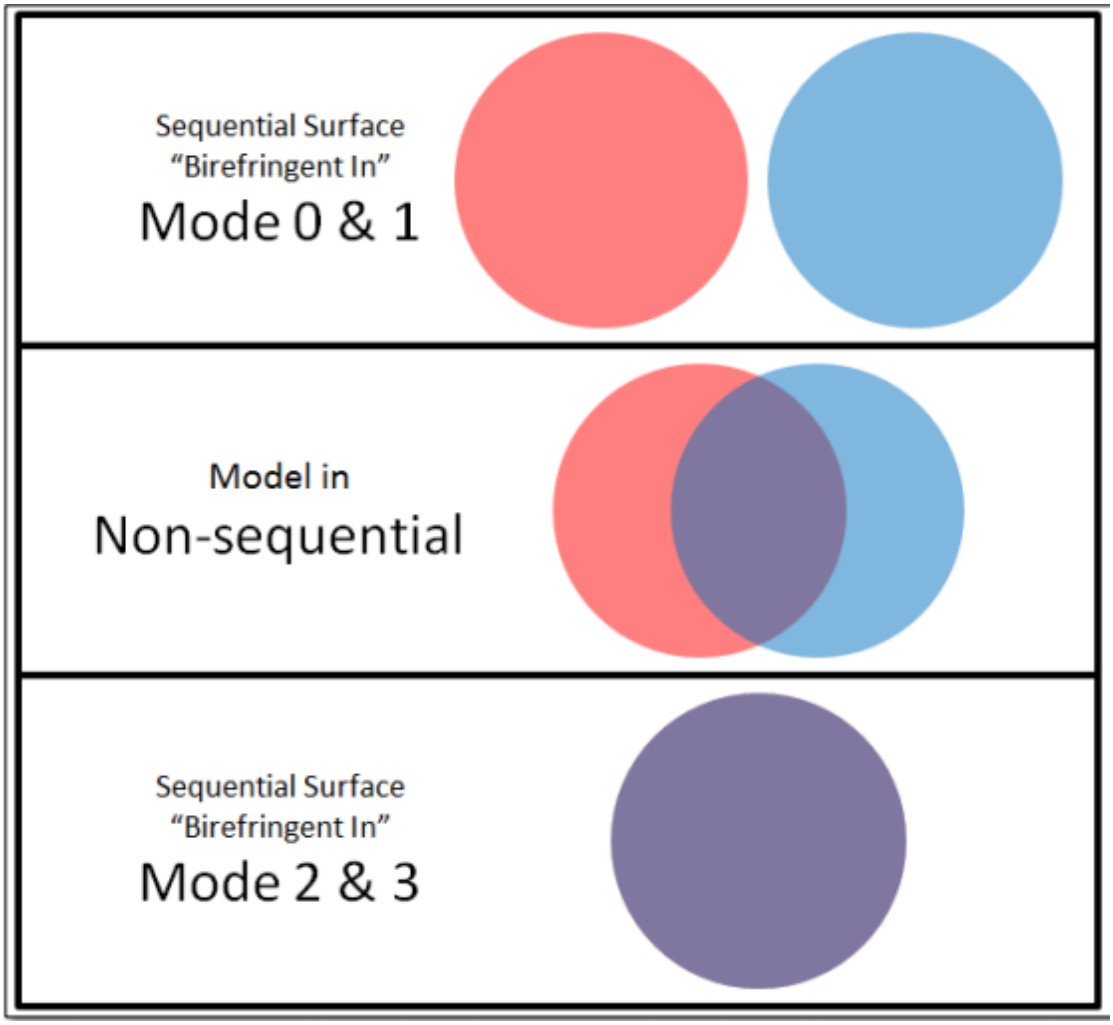
若模式数为 0 或 1，则只追迹寻常光或非常光。这两个模式把寻常光和非常光分离成两个光束，未被追迹的光线将会缺少部分光线能量。用户使用模式 0 或 1 时将不能对偏振态旋转进行建

模。对于透射计算，两个光线都会单独进行追迹并计算总能量。使用模式 0 或 1 来计算相位旋转的效果将难以实现。

若模式数为 2 或 3，则寻常光和非常光之间的角度偏差将非常小以致在兴趣区中两条光束可以被近似成一条光束。若模式数为 2，将追迹普通光但是要考虑由于非常光而产生的相位旋转，如果模式为 3，则追迹非常光，并且要考虑正常光引起的相位旋转。对于模式 2 和 3，没有能量缺失并且光线的偏振态在双折射介质中匀速旋转

为了用序列光线对双折射进行建模。Opticstudio 将假设寻常光和非常光不重合。对于非序列模式，这些限制将不存在。非序列光线可以用来同时模拟寻常光束和非常光束，并且会考虑重叠区域的干涉。

下图显示了序列模式下双折射入射平面的模式 0,1,2 和 3：



双折射表面的透射性质和其他性质 (Transmission and other properties of birefringent surfaces)

当光在双折射介质中传播时，玻璃的折射率对于 S 偏振和 P 偏振是不同的。寻常光的折射率是由垂直分量或 S 偏振光得到的，而有效折射率是由平行分量或 P 偏振光得到的。请注意：本文中提到的 S 和 P 偏振的方向与涂层和 Fresnel 平面效应计算所用的不一样。这里的 S 和 P 指的是相

对于晶轴的垂直方向和平行方向，而不是相对于平面法线矢量。包含折射光线和晶轴矢量的平面是平行平面；包含 P 矢量的平面与光线矢量垂直。S 矢量垂直于 P 矢量和光线矢量。

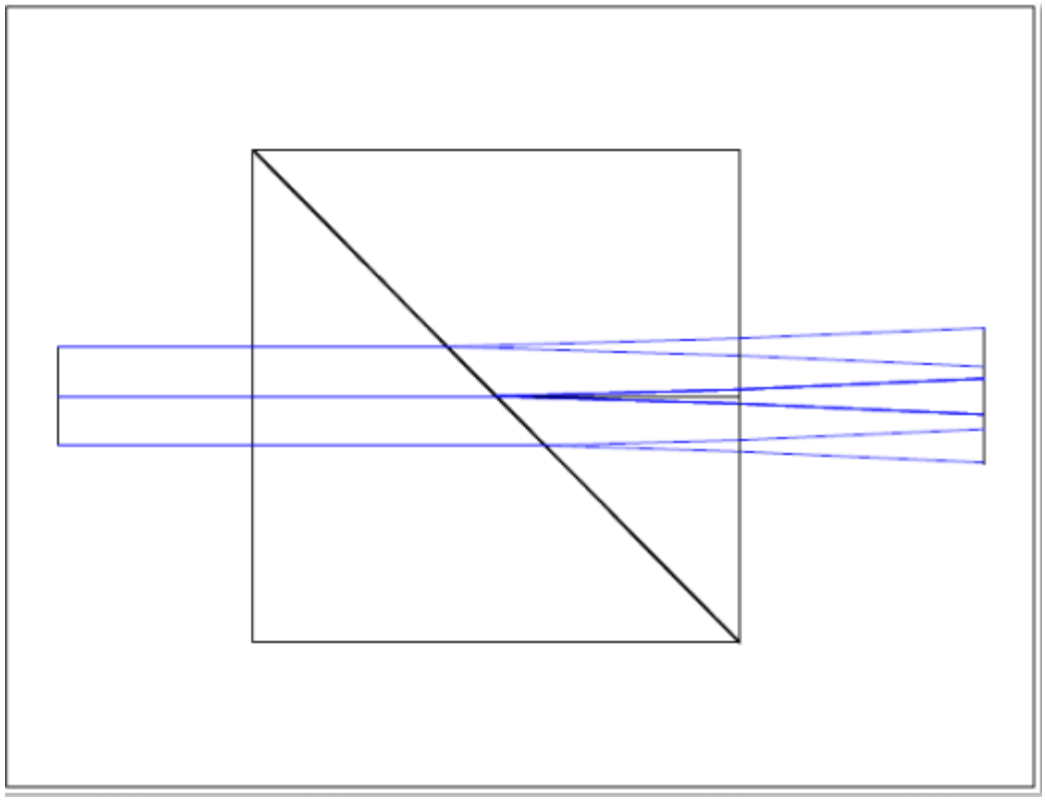
若要对双折射材料的偏振态进行分析，则需要做一些假设。若模式数为 0，则追迹仅有 S 分量的寻常光线，所以 P 分量透射系数将设置为 0。若模式数为 1，则追迹非常光线因此 S 分量投射系数将设置为 0。这种技术可以让每个单独的光路有正确透射结果。但是，为了使光全部透射，需要对两个双折射平面可能组合成的模式进行分析。若系统中有一对双折射平面，则需要 4 条单独的光线追迹；若有三对双折射平面，则需要 8 条追迹光线，等等。

若模式数为 2，则光线将沿寻常光的光路传播，但是寻常光的折射率只用于 S 分量视场的相位旋转并且有效折射率（适当地参考普通光线方向）用于 P 分量电场的旋转。只需要一条追迹光线就可以正确模拟透射和相位旋转。若模式数为 3.则光线沿非常光的光路传播，其和模式 2 的相位旋转情况类似。

当模拟介质中的体透射时，只考虑内部透射率即为寻常光折射率。不支持任何二向色性。

Opticstudio 示例文件

若用户需要双折射平面类型的示例，请查阅文件夹"<data>\Samples\Sequential\Birefringent prisms"。下例是二重结构的"Wollaston 棱镜"示例文件。棱镜的；两部分都是双折射材料并且晶轴互成90°。



双折射入射平面的参数定义

参数#	定义
0	晶轴的长度，0 则不绘制。

1	模式 0,1,2 或 3。
2，3，4	X，Y 和 Z 方向的方向余弦。
5	近轴忽略。如果为 1，则近轴光线忽略非常光的折射率。
6	形状。若该参数不为 0，参数 7-12 将用于定义平面形状。
7	选择 Toroidal 平面的旋转半径。
8-12	2 阶到 10 阶的非球面系数。
13	梯度模式。若是 0 则材料是均匀的。
14 及以上	若梯度模式大于 0，则参数 14 及以上用于定义梯度模式多项式。

双折射出射平面的参数定义

参数#	定义
0-5	没有功能
6	形状。若该参数不为 0，参数 7-12 将用于定义平面形状。
7	选择 Toroidal 平面的旋转半径。
8-12	2 阶到 10 阶的非球面系数。

双折射内表面参数

参数#	定义
0	绘制晶轴线的长度，0 长度不绘制。
1	模式 0，1，2 或 3。
2，3，4	X，Y，Z 的余弦。
5	忽略近轴。如果是模式 1，近轴光线忽略异常折射率。
6	形状。如果形状不为空，那就用参数 7-12 来定义表面形状。
7	任意圆环面的旋转半径。
8-12	第二至第十个非球面系数。
13	梯度模式。0 代表材料均匀。
14 及以上	如果梯度模式>0，则参数 14 和上是用来定义梯度模式多项式。

双折射外表面参数

参数#	定义
0-5	空（unused）。
6	形状。如果形状不为空，那就用参数 7-12 来定义表面形状。
7	任意圆环面的旋转半径。
8-12	第二至第十个非球面系数。

黑盒子透镜

提前用黑盒子数据工具建立的 Zemax Black Box (BB)文件，选择“输出 zemax 黑盒数据（Export Zemax Black Box Data)”，可以用嘿嘿这透镜表面再次重现。

加载一个 BB 文件时，首先在镜头数据编辑栏里，设置表面类型“Black Box Lens”，然后输入文件的名字，后缀为.ZBB。该文件一定是放在<data>\BlackBoxes 文件夹中。OpticStudio 加载 BB 文件时，系统解密文件内部数据，当光线入射到表面的时候，系统利用内部数据进行光线追踪。

如果透镜文件的第一个面是 BB 面，并且物体在无穷远，那么在 BB 面的前面插入一个虚设的标准面。这样做是为了简化 opticstudio 内部处理一个无穷远的系统。BB 前后的表面可能定义有玻璃类别，但是不支持模型和表格玻璃。BB 表面本身不属于玻璃一类。用户不能修改 BB 的厚度，孔径类型，以及孔径大小，ZBB 文件会自动设置这些数据。物面和像面可能不是 BB 面。

黑盒面不支持的功能（Black Box surfaces）

当使用 BB 表面时，并非所有功能都可以用来重现原设计。这些功能包括单个表面数据修改的分析功能，例如，热分析功能。此外，通过表面数据计算的分析功能，产生了与原文件数据不符的数据，故也支持使用包括物理光学分析（Physical Optics Propagation）和斜高斯光束分析（Skew Gaussian Beam analysis)。这高度要求设计者对该 ZBB 文件数据有一个充分的计算，以至于最终客户使用，将其加在另一个完整的系统中验证时，光纤的行为与原设计一样射进并射出。所有依靠光线追踪（ray tracing)，如 ray fans，OPD fans, spot diagrams, MTF, PSF, image analysis 等其他一些分析功能，都可以正常使用。

切比雪夫多项式（Chebyshev Polynomial）

切比雪夫多项式曲面是一个由基本曲率半径和切比雪夫多项式序列描述的自由曲面。首先给出了第一类一维切比雪夫多项式：

$$T_n(x) = \cos\left(\mathrm{n}cos^{-1}(\mathrm{x})\right), \qquad \mathrm{n} = 0 \ldots \infty, \qquad \mathrm{x} \in [-1,1]$$

作为参考，前十个切比雪夫多项式系数如下：

$T_0(x) = 1$
$T_1(x) = x$
$T_2(x) = 2x^2 - 1$
$T_3(x) = 4x^3 - 3x$
$T_4(x) = 8x^4 - 8x^2 + 1$
$T_5(x) = 16x^5 - 20x^3 + 5x$
$T_6(x) = 32x^6 - 48x^4 + 18x^2 - 1$

$T_7(x) = 64x^7 - 112x^5 + 56x^3 - 7x$
$T_8(x) = 128x^8 - 256x^6 + 160x^4 - 32x^2 + 1$
$T_9(x) = 256x^9 - 576x^7 + 432x^5 + 120x^3 - 9x$
$T_{10}(x) = 512x^{10} - 1280x^8 + 1120x^6 - 400x^4 + 50x^2 - 1$

通过使用系统的（x，y）基准形式，实现一个二维切比雪夫(Chebyshev)多项式的过渡：

$$t_{ij}(x,y) = T_i(x) \cdot T_y(y), \qquad i,j = 0 \ldots \infty, \qquad x \in [-1,1], \qquad y \in [-1,1]$$

在 OpticStudio，为 X 和 Y 的最大阶数设置为 14。任何函数都可由切比雪夫多项式的有限和来表示：

$$\mathrm{f(x,y)} = \sum_{i=0}^{N}\sum_{j=0}^{M} c_{ij}t_{ij}(x,y)$$

在单位区间上定义了二维切比雪夫多项式的参数。为了使值的替换对任意区间有效，我们使用正规化的 x/x_0 和 y / y_0 作为多项式的参数。

那么“凹陷”（狭缝）或切比雪夫多项式曲面 z 坐标给出如下：

$$\mathrm{z} = \frac{c(x^2+y^2)}{1+\sqrt{1-c^2(x^2+y^2)}} + x_0y_0\sum_{i=0}^{N}\sum_{j=0}^{M} c(i,j)\cdot T_i(\frac{x}{x_0})T_j(\frac{y}{y_0})$$

其中 C 是在表面的顶点曲率半径 x_0，y_0 标准化下的长度，$\mathrm{c(i,j)}$ 的规范化多项式系数 $\mathrm{c(i,j)} = c_{ij}/(x_0y_0)$。

切比雪夫多项式曲面的参数定义

参数#	名称	定义
1	x 最大次序	在横坐标最大多项式的阶数（整数，最多 14）
2	Y 最大次序	在纵坐标最大多项式的阶数（整数，最多 14）
3	标准化 x 长度	归一化长度 x_0（正数，默认为 1）
4	标准化 y 长度	归一化长度 x_0（正数，默认为 1）
13-236	c(i,j)	归一化多项式系数，$x(I,j)=x_{ij}/(x_0y_0)$

共轭

共轭曲面是由两个用户指定的点定义的。OpticStudio 总是用表面的点作为参考点；定义共轭面的两个点是相对于这个顶点指定的。假设共轭面是一面镜子，那么共轭面总是完美的将一个点映射到另一个点上。尽管共轭面可以是任意的材料类型，但就其反射特性而言，还是很有用的。

如果两个点的 z 坐标都是正数或者都是负数，那么一个点所映射的图像是实像。在这种情况下，从一

个点到表面上任意点的距离，再加上表面上任意点到第二点的距离，都是一个恒定的值。为了使曲面具有唯一性，还需要一个额外的约束条件：曲面必须通过局部坐标系的顶点。如果一个表面是反射面，那么一个点就是另一个点的共轭，所以叫共轭点。

如果z_1和z_2有相同的符号，那么这两个点所形成的面满足下列关系：

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}+\sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2}= \sqrt{{x_1}^2+{y_1}^2+{z_1}^2}+\sqrt{{x_2}^2+{y_2}^2+{z_2}^2}$$

面相交的点（0,0,0）需要注意。用这种模型可以形成几种类型的表面。例如，将 x 和 y 设置为 0，而两个 z 值分别对应球体的半径，可以形成球体。

进而，通过将 x 和 y 设置为非零值，可以形成椭圆曲面。

如果 Z1 和 Z2 具有相反的符号，那么一个点所成的像是虚像。在这种情况下，从一个点到表面上任意点的距离，减去表面上任意点到第二点的距离，同样是恒定的。如实像的成像情况，其表面必须穿过局部坐标系的顶点。

如果 Z1 和 Z2 有相反的符号，那么这两点满足一下关系：

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}-\sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2} = \sqrt{{x_1}^2+{y_1}^2+{z_1}^2}+\sqrt{{x_2}^2+{y_2}^2+{z_2}^2}$$

面相交于点（0,0,0）。用这种模型可以形成几种类型的表面。例如，将 x 和 y 的值设为 0，两个 z 值设为相反值，那么就形成一个双曲线如果两个 z 值相等并非相反，这形成一个平面。

两个基准点的坐标可以在参数列表中指定，如下表示。z1 和 z2 值可以为零。

共轭曲面的参数定义

参数#	定义
1	x1
2	y1
3	z1
4	x2
5	y2
6	z2

坐标间断

坐标变换面是根据当前系统来定义一个新的坐标系。它通常是一个用来光线追踪的虚面。

有六个参数用来描述新的坐标系统：x-decenter, y-decenter, tilt about x, tilt about y, tilt about z, a flag，用这些来描述倾斜和偏离。坐标间断是在透镜单元中指定。用度数来表示坐标倾斜，符合右手定则。坐标间断总是与之前的表面的坐标系相对应。

代替坐标间断的一种方法是，表面倾斜和偏心，在 Surface tilt/ decenter tab”可以了解相关细节信息。

次序标签

倾斜和偏心的次序很重要

如果次序（other）标签设为零，OpticStudio 首先在 x 轴和 y 轴上偏离（偏离是始终互相垂直，所以次序不是很重要），然后 OpticStudio 围绕 x 轴倾斜（旋转 y 轴和 z 轴至新的方向），接着围绕新的 y 轴倾斜（旋转 x 和 y 轴），最后倾斜新的 z 轴

。

如果次序标签为其他值，如整体（unity），那么首先完成倾斜,，按照 z，y，x 的顺序去执行，最后再完成偏心。单个坐标间断可以取消之前的坐标间断，甚至是倾斜和偏心之后的坐标间断，所以次序标签很重要。

当倾斜和偏心后，坐标间断就像是用一个平面重新给原系统定向了。在新的坐标系统中，坐标间断面的厚度确定了下一个面的位置，与次序标签（order flag）无关。间断面是不能看到的，同时也不会是两种介质的分界处。该玻璃材质与前表面保持一致，同时 OpticStudio 显示为“-”，说明我们不能修改玻璃材质。坐标间断面本身不是一个镜面，同时也不是物体表面。

坐标间断面参数定义

参数#	定义
1	偏移 x 轴
2	偏移 y 轴
3	绕 x 旋转
4	绕 y 旋转
5	绕 z 旋转
6	Other

三次样条

三次样条曲面是由顶点切平面与曲面之间的距离表示的凹陷值来描述的。样条曲面用来描述 unusual correctors, 车前灯（headlamps）和其他非标准光学表面的但是由于养条的基本特性，在成像中很少应用。

参见下面关于“样条曲面”的说明以便更多讨论。

三次样条曲面取八个值，分别在凹陷表面的净口径或者半直径的 1/8，2/8……8/8 八个点处取值，以此来表示凹陷面。由于三次样条曲面是旋转对称的，所以这八个点必须要确定。尽管净口径和半直径可以定义超过表面孔径大小，但是不能使用 subset。用样条拟合引入的陡峭曲率是我们常常所求的。如果八个样点提供了一个粗糙的采样，那么请参考“扩展三次样条”(Extended Cubic Spline)，对于寻常的非旋转对称曲面，请参见“网格凹陷”(Grid Sag)。

样条曲面的说明

三次样条是由曲线段分段拼接形成。在每个分段的界内，都有一个三次多项式来示。多项式的系数由分段边界弧失值来表示，系数由通过弧线穿过定点的边界条件来确定，其一阶和二阶导数在分段边界上是连续的。对于一个三阶样条函数，不可能要求高阶导数，例如三阶导数，在分段边界上是连续的。因此，样条的精度和实用性在高精度光学设计中很有限。

在某些不连续的结果中，通过样条来进行光线追踪的一个共同特点是粗糙或者带有噪音的光射线数据。样条的基本限制是这些光线追踪的连续性，它们不会在 OpticStudio 中形成缺陷，也不会缺少数值精度。

高阶样条函数是存在的，所以在消除这种不连续性的时候，我们可以采用高阶样条函数和较少的线段这样一种方法。在极限计算中，这和在整个表面使用单个高阶多项式是一样的，可以参考“偶次非球面”(Even Asphere)。高阶多项式连续而且可微，所以在精密的光学设计中占主导地位，而不是样条函数和 NURBS。

关于样条函数的理论，性质，算法的相关精彩讨论，可以参考剑桥大学出版社出版的 Numerical Recipes 的 C 章节。

三次样条的参数定义

参数#	定义
1	Sag at 1/8
2	Sag at 2/8
3	Sag at 3/8
4	Sag at 4/8
5	Sag at 5/8
6	Sag at 6/8
7	Sag at 7/8
8	Sag at 8/8

菲涅尔柱面 (Cylinder Fresnel)

柱面菲涅耳面是一个多项式非球面柱面，并以独立的多项式非球面函数来定义菲涅尔透镜的性质：

$$z_x = \frac{c_s y^2}{1+\sqrt{1-(1+k_s)c_s{}^2 y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

上面的表达式用于计算射线与表面的截点。截点一旦找到，那么菲涅耳面的局部斜率将决定表面是折射或反射。菲涅耳鳞甲面的形状用独立系数来表示：

$$z_f = \frac{c_f y^2}{1+\sqrt{1-(1+k_f)c_f{}^2 y^2}} + \beta_1 y^2 + \beta_2 y^4 + \beta_3 y^6 + \beta_4 y^8 + \beta_5 y^{10} + \beta_6 y^{12} + \beta_7 y^{14} + \beta_8 y^{16}$$

注意，曲率(符号 C)、圆锥常数(符号 K)和所有多项式系数与基底凹陷和菲涅耳部分表面无关。发生表面折射是因为菲涅耳凹陷，而截点仅决定于基底凹陷。

在透镜数据编辑器中可以指定基底凹陷的半径，圆锥系数，多项式系数。菲涅耳凹陷术语指定为额外文件中的额外数据值（参见表面属性的导入部分）。然而，对于菲涅耳凹陷，额外的数据文件使用的是曲率（半径的倒数），而不是半径。在下面的表中总结了所使用的参数以及额外的数据值。

柱面菲涅耳曲面的参数定义

参数#	定义
1-8	$\alpha 1 - \alpha 8$
13	非球面多项式最大值，最大值为 8
14	菲涅耳曲面的 y 方向曲率（非半径），这个参数会影响表面的折射，而不会影响基底的形状。
15	菲涅耳曲面的 y 方向圆锥常数。这个参数会影响表面的折射，而不会影响基底的形状。
16	y^2的系数
17	y 的系数
…	…
23	y^6的系数

非球面最大多项式的项数用来指定计算菲涅耳凹陷的最大多项式的项。这个数是用来加快光线追踪的计算，一旦超过这个数就会被忽略掉。与任何复杂的表面模型一样，需要特别注意评估这种模型的准确性和适当性，尤其是在生产方面。

如果菲涅耳面不是一个平面，现阶段没有一个可靠的方法去通过 OPD 数据，如 OPD fans，MTF，Zernike 系数去计算相位。

,

数据（镜头数据编辑器序列表面）(sequential surfaces, lens data editor)

数据面是一个虚拟面，在随后用户定义面（UDS）中，它将提供多达 240 个额外的数据让用户定义。数

据面一定要放在 UDS 前面，同时 20 个序列面　　可以用一个 UDS 表示。数据面旨在让大量用户可定义的值能够进行参数控制并得到优化，如网格数据点。该功能需要 FIXED_DATA4 UDS DLL 结构。

数据面参数定义

参数#	定义
13-252	额外数据值（高达 240）

衍射光栅（镜头数据编辑器序列表面）Diffraction Grating (sequential surfaces, lens data editor)

衍射光栅表面可以用来模拟直线控制光栅。光栅线与局部坐标轴 x 轴平行。其他方向可以用光栅面的前后坐标间断面来模拟表示。对于平面光栅，根据方程知道，光栅上的光线被折射。

$$n_2 \sin\theta_2 - n_1 \sin\theta_1 = \frac{M\lambda}{d} = M\lambda T$$

D 是光栅间距（总是在微米数量级），θ_2是反射角，θ_1是入射角，M 是衍射阶数，λ是波长（微米数量级），n_1和n_2是光栅前后的折射率，T 是每微米线的光栅数。要注意，M 的符号是任意的。OpticStudio 中使用的是 T(行/微米)，而不是 d(微米/行)。光栅表面可以是平面、球面的或圆锥面。光栅前的介质以及它本身的介质，可以是空气，玻璃，或者其他有效的玻璃材质。光栅可以用 y-spacing(独立于系统的单位)来描述，单位是 行/微米。OpticStudio 只对偏离光线路径的范围进行建模，其他性能，如效率和相对传输，均不支持。如果光栅间距太小(或者 T 太大)，不能满足光栅关系，系统将会报错 “Ray missed surface”。

衍射光栅表面的参数定义

参数#	定义
1	每微米里的光栅数
2	衍射级数

椭圆光栅 1（Elliptical Grating 1）

椭圆光栅 1 面由一个具有多项式非球面项的椭圆面和带有刻槽的光栅组合而成，光栅在顶点切平面上的投影是一条直线（尽管表面本身通常不是一个平面）。光栅刻线平行于局部 x 轴，间隔可以是等间距，也可以由含有 4 项的多项式定义可变间距（最高至 y^3）。也可在光栅表面前后使用坐标间断模拟其他方向。对于平面光栅，光线经过光栅后按如下列公式折射：

$$n_2 \sin\theta_2 - n_1 \sin\theta_1 = \frac{M\lambda}{d} = \mathrm{M}\lambda T$$

其中 d 是有效的光栅间距（总是以微米为单位），θ_2是折射角，θ_1是入射角，M 是衍射级次，n_1和n_2分别是光栅前后介质的折射率，T 是每微米的刻线条数，即有效光栅频率。OpticStudio 使用的参数是 T(条/微米)，而不是 d(微米/条)。有效光栅频率定义如下：

$$\frac{1}{T} = d_{eff} = \frac{1}{T_0} + \alpha y + \beta y^2 + \Gamma y^3 + \Delta y^4 + \varepsilon y^5$$

Y 以镜头单位表示。

注意，在 OpticStudio 中，常数间距项以倒数形式定义，为了与其他光栅面保持一致。而高阶项是用关于 y 坐标的多项式来表示的。如果 T 等于零，则忽略光栅元件，可用来模拟不是光栅的椭圆非球面。

光栅面后的介质可以是空气、玻璃或是镜面。OpticStudio 只模拟光路经过光栅后的偏折。不支持其它性能的模拟，如效率、相对透射率。如果光栅间隔太小（或 T 太大）以致不能满足光栅的关系式，系统会给出一个“光线错过表面 (Ray missed surface)”的错误提示。

椭圆光栅表面形状（Elliptical Grating Surface Shape）

该光栅的表面面型是一个具有多项式非球面项的椭圆面。面矢高可由下列表达式表示：

$$z = \frac{cu^2}{1 + \sqrt{1 - u^2}} + \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中 $u^2 = a^2x^2 + b^2y^2$

在这些表达式中，x、y 和 z 是光线与表面交点的截距坐标，a、b 和 c 是定义椭圆形状长短轴的系数，E 表示的扩展多项式在“扩展多项式（Extended Polynomial）”部分有它的定义。

注意，在这个表达式中，参数 a、b 和 c 的定义与其在标准表面中的定义不一样。为了形成一个球形椭圆表面，a 和 b 的值应该是相同的，等于 1 除以曲面的曲率半径，而 c 值应该等于曲率半径：

$$a = b = \frac{1}{R} = \frac{1}{c}$$

椭圆光栅表面的参数定义

参数#	定义
1	每微米中的光栅刻线数目，T_0
2	衍射级次
3	a
4	b
5	c
6-10	$\alpha, \beta, \Gamma, \Delta, \varepsilon$
13	最大项数（最大至 240）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中 x 和 y 的坐标。
15-254	多项式。

[椭圆光栅 2] (Elliptical Grating 2)

椭圆光栅 2 与椭圆光栅 1 很相似。不同之处在于椭圆光栅 2 由基底面和具有倾斜、平行、等间隔光栅刻线由的一组平面相交而成，基底面是包含多项式非球面项的椭圆面。椭圆面与倾斜平面的交叉部分形成带有沟槽的光栅，当投影到倾斜角为 θy（沿局部 y 方向上测量）的平面上时，沟槽为直线。如果投影面不是平面，则沟槽是曲线而不是直线。

光栅是由参数 T 定义的，T 为槽线投影到倾斜的 XY 平面上时每微米的刻线条数（光栅频率）。它是形成沟槽的各平面间间隔的倒数。衍射级次为 M，椭圆基底面由参数 a、b、c 和附加数据项定义，与所需的椭圆光栅定义参数一样。

光栅面后的介质可以是空气、玻璃或是镜面。OpticStudio 只模拟光路经过光栅后的偏折。不支持其它性能的模拟，如效率、相对透射率。如果光栅间隔太小（或 T 太大）以致不能满足光栅的关系式，系统会给出一个“光线错过表面 (Ray missed surface)”的错误提示。该面的形状是具有附加多项式非球面项的椭圆面型，详见“椭圆光栅面面型 (Elliptical Grating surface shape)”。

椭圆光栅 2 的参数定义

参数#	定义
1	每微米的刻线条数，T_0
2	衍射级次
3	a
4	b
5	c
6	θy
13	最大项数（最大 240）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中 x 和 y 的坐标。
15-254	多项式项。

[偶次非球面] (Even Asphere)

旋转对称多项式非球面是通过偏差球面（或由圆锥系数定义的非球面）的多项式展开式来描述的。偶次非球面模型仅用径向坐标的偶数次幂来描述非球面。这个模型使用基本曲率半径和圆锥系数。面型坐标由下式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}.$$

注意系数都有单位。系数在相应的参数栏中输入，如下表所示。

偶次非球面的参数定义

参数#	定义
1-8	α1-α8

[扩展非球面] (Extended Asphere)

扩展非球面与偶次非球面相似，请参阅“偶次非球面 (Even Asphere)”。但是，扩展非球面可 以支持高达 480 次幂的非球面系数，而偶次非球面被限制在 16 次幂之内。并且在计算多项式系数的方法上有一些不同。面型矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \rho^{2i},$$

这里，第一项表达式与标准面型一样，第二项是归一化坐标幂级数的求和。由于所有的系数 αi，都是以镜头单位表示的，因此使用的是归一化径向坐标 ρ。附加数据项定义如下：

扩展非球面的参数定义

参数#	定义
13	最大项数，最大值为 240。
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中 x 和 y 的坐标。
15	ρ^2 的系数，以镜头单位表示。
16	ρ^4 的系数，以镜头单位表示。
17-254	多项式项。

“最大项数”用于指定计算面型矢高时使用的最大多项式项数。此数据是为了加快光线追迹计算，超过此数的项就被忽略。例如，假设希望级数的最后一项是 ρ_{14}，也就是第 7 项，那么在最大项数栏中指定“7”。请注意，项数值是 7，因为它是多项展开式中的第 7 项。

归一化半径会按比例缩放光线的 X、Y 交点坐标，因此多项式的各项都是无量纲的且所有的系数都以镜头单位表示。对于不能用多项式很好描述的面型模拟，可参阅面型“网格矢高 (Grid Sag)”

或“用户定义(User Defined)”。

[扩展三次样条面] (Extended Cubic Spline)

扩展三次样条面与三次样条面（参见“三次样条 (Cubic Spline)”面）类似，主要的不同是扩展三次样条面允许有更多的项。扩展三次样条面支持 4 到 240 项。面型矢高用一列矢高点定义，这些点沿旋转对称形状的半径均匀分布。 在半径 0 处的矢高点必须始终为 0，这样就不需要在表格中输入此点。有关样条面限制的重要信息，请参阅“关于样条面的注释 (Comments about spline surface)”。 对于非旋转对称的样条面，请参阅“网格矢高 (Grid Sag)”。

如果有一列描述光学面的矢高点（可能是非 OpticStudio 的第三方程序生成），而且希望把它们输入到 OpticStudio 中去，可以使用表面属性对话框的导入（Import）部分。该功能在“附加数据 (Etra Data)”中有相关的描述。

扩展三次样条面的参数定义

参数#	定义
13	最大样条点数（最大 240）
14	沿半径方向各点间的步长尺寸，以镜头单位表示。
15	离顶点一个步长大小的距离处的矢高。
16-254	离顶点 (n-14) 个步长大小的距离处的矢高。

“最大样条点数”用于指定使用多少个点来定义面型。该数在 4 到 240 之间。定义一个曲面至少需要 4 个点。

样条曲面可能会导致粗糙散乱的光线追迹结果。更常用且使模拟表面更平滑的办法是采用网格矢高面，它不要求局限于旋转对称系统，请参阅“网格矢高 (Grid Sag)”。

[扩展菲涅尔] (Extended Fresnel)

菲涅尔面用来模拟具有曲面折射（或反射）能力的平面。扩展菲涅尔面支持将平面、球面、圆锥曲面或多项式非球面作为基底面，在基底面上刻蚀平面、球面、圆锥曲面或多项式菲涅尔图形。这增加了该模型的灵活性。

面型矢高与偶次非球面相同。

$$z_s = \frac{c_s r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_s)c_s^2 r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}.$$

有关详细信息，请参阅“偶次非球面 (Even Asphere)”部分。前面的表达式用于计算光线与表面的交点。一旦找到交点，通过局部的菲涅尔小面的斜率来确定该面的折射（或反射），这取决于菲涅尔小面的面型表达式 Zf（见下文）和基底面面型表达式 Zs（见上文）。描述菲涅尔小面面型表达式实质上与偶次非球面的矢高表达式一样，即：

$$z_F = \frac{c_F r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_F)c_F^2 r^2}} + \sum_{i=0}^{n} \alpha_i r^{2i}.$$

唯一的不同在于，如果 n 小于 8，后一个表达式不必使用所有的 8 项。注意曲率（符号 c），圆锥系数（符号 k），所有的多项式系数（符号 α）对基底矢高和表面上的菲涅尔部分都是独立的。在该面上的折射取决于基底矢高和菲涅尔矢高，而光线与表面交点只取决于基底矢高。面型这样设置的目的是模拟加工为曲面或加工为新的基面面型后再塑模成型为菲涅尔透镜。来

基底的矢高半径、圆锥系数、各项多项式都在镜头数据编辑器 (LED) 中指定，就像偶次非球面一样。菲涅尔矢高项在附加数据编辑器 (Extra Data Editor) 中指定为附加数据值（参见表面属性的导入部分（Import））。然而，对于菲涅尔矢高 附加数据编辑器使用的是曲率（曲率半径的倒数）而不是半径。下表中汇总了所用的附加数据值。

扩展菲涅尔面的参数定义

参数#	定义
1-8	α1 - α8
13	最大非球面项数，n。最大值为 8。
14	菲涅尔面的曲率（不是半径）。该参数影响该面的屈光能力，但不影响基底的形状。
15	菲涅尔面的圆锥系数。该参数影响该面屈光，但不影响基底的形状。
16	r^2 的系数。
17	R^4 的系数。
…	…
23	R^{16} 的系数。

“最大非球面项数 (Maximum aspheric polynomial term number)”用于定义计算面型矢高时使用的

最大多项式项数。提供此数据是为了加快光线追迹计算的速度，超过该数的项将被忽略。对于复杂的面型建模，应该特别注意评估模型的准确性和适用性，特别是考虑加工精度时。

因为没有可靠的方法去计算不是平面的菲涅尔面的相位，如果在镜头文件中存在基底是非平面的菲涅尔面，不支持任何需要 OPD 数据的功能，如 OPD 扇形图、MTF、泽尼克系数的计算。

[扩展奇次非球面] (Extended odd Asphere)

扩展奇次非球面与“奇次非球面 (Odd Asphere)”中描述的奇次非球面相似。但是，扩展奇次非球面支持高达 240 个非球面系数，而奇次非球面仅限于 8 个。此外，在计算多项式系数的方法上有一点不同。面型矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \rho^i,$$

这里，第一项表达式与标准面型一样，第二项是归一化坐标幂级数的求和。由于所有的系数 αi，都是以镜头单位表示的，因此使用的是归一化径向坐标 ρ。附加数据项定义如下：

扩展奇次非球面的参数定义

参数#	定义
13	最大项数，最大值为 240。
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中 x 和 y 的坐标。
15	ρ^1 的系数，以镜头单位表示。
16	ρ^2 的系数，以镜头单位表示。
17	ρ^3 的系数，以镜头单位表示。
18-254	$(n-14)^3$ 的系数，以镜头单位表示。

“最大项数 (Maximum term number)”用于定义计算矢高时使用的最大多项式项数。提供此数据是为了加快光线追迹计算的速度，忽略多余的各项。

[扩展多项式面型] (Extended Polynominal)

扩展多项式面型除了允许有更多的项外，与多项式面型类似。该面型也支持基底圆锥非球面再加

上多项式非球面。面型矢高定义为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x,y).$$

这里，N 为级数中多项式系数的总数，A_i 为第 i 项扩展多项式的系数。该多项式只是在 x，y 方向的幂级数。第一项是 x，然后是 y，接着是 x*x，x*y，y*y 等等。1 次项有 2 项，2 次项有 3 项，3 次项有 4 项，等等。最高次是 20，使得多项式非球面系数总数的最大值为 230。x 和 y 等位置的数据值都会除以一个归一化半径，得到一个没有量纲的多项式系数。

例如，多项展开式中的第 12 项，附加数据项 14，是 x^2y^2 项的系数。系数 A_i 都有单位，以镜头单位表示，如毫米或英寸。

扩展多项式面的参数定义

参数#	定义
13	最大项数（最大 230）。
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中 x 和 y 的坐标。
15-244	多项式项。

“最大项数 (Maximum term number)”用于指定计算面型矢高时使用的最大多项式项数。提供此数据是为了加快光线追迹计算，超过此数的项将被忽略。例如，假设希望级数中的最后一项是 xy^3，项序数为 13，那么在最大项数栏中指定 13。注意项序数是 13，因为它是多项展开式中的第 13 项。归一化半径会按比例缩放光线的 X、Y 交点坐标，因此多项式的各项都是无量纲的且所有的系数的单位都以镜头单位表示。

[扩展 Toroidal 光栅面] (Extended Toroidal Grating)

扩展 Toroidal 光栅面是 Toroidal 面，Toroidal 光栅以及扩展多项式面的组合。Toroidal 面是由定义在 Y-Z 平面上的曲线，绕一平行于 Y 轴并与 Z 轴相交的直线旋转而成的。最终的形状通过叠加扩展多项式来产生变形，最后，再将一线性光栅置于该表面之上。定义于 Y-Z 平面上的曲线为：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

此曲线类似于偶次非球面的面型矢高公式，除了坐标的向量是 y（不是 r）以外。随后曲线一距顶点为 R 的轴旋转。此处的 R 即称为旋转半径，可正可负。Y-Z 的曲率半径在编辑器表格中半径一栏中输入（与指定标准面曲率半径的数据栏一致）。而旋转半径则在第 1 参数栏中设定。以 0 表示在 X 方向为平面的柱面透镜，OpticStudio 会把 0 认为是半径无穷大。

最后的表面可通过添加扩展多项式项数来修改：

$$z = z_{toroid} + \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中 N 是级数中多项式系数的数目，A_i 是扩展多项式第 i 项的系数。多项式是 x，y 的幂级数，第一项为 x，接着是 y，再接着是 x*x，y*y，x*y，等。其中 1 次项有 2 项，2 次项有 3 项，3 次项有 4 项，等。最大的次数为 20，总共最多有 230 个多项式非球面系数。坐标值 x 和 y 除以归一化半径，所以多项式系数是无量纲的。

例如，多项式展开式的第 12 项（附加数据项的第 14 个）是 x^2y^2 项的系数。系数 A_i 的所有系数都有单位，以镜头单位表示，如毫米或英寸。

衍射光栅通过每微米线数及衍射级数来定义。这些值分别在参数栏 2 和 3 中定义。光栅线平行于局部 x 轴，且当投影到平面上时是均匀的。

扩展 Toroidal 光栅面的参数定义

参数#	定义
1	旋转半径
2	每微米的光栅线数
3	衍射级次
4-11	α1 - α8
13	最大项数（最大 230）。
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中 x 和 y 的坐标。
15-244	多项式项。

“最大项数 (Maximum term number)”用于指定计算面型矢高时使用的最大多项式项数。此数据是为了加快光线追迹计算，超过此数的项将被忽略。例如，如果级数中要使用的最后一项为 xy^3，项序数为 13， 那么在最大项数栏中指定为“13”。注意最大项数为 13，因为它是多项式展开式中的第 13 项。归一化半径会按比例缩放光线的 X、Y 交点坐标，因此多项式的各项都是无量纲的且所有系数的单位都以镜头单位表示。

[滤光片] (Filter)

滤光片使用自定义表面中描述过的“使用 Dlls 的自定义表面切趾 (User defined sarface apodization using Dlls)”对表面进行建模。

[菲涅尔面] (Fresnel)

菲涅尔面用于模拟一个平面（非平面菲涅尔透镜详见扩展菲涅尔面型描述），表面通过小尺度刻蚀获得类似球面（或可选为非球面）的外形。表面交点通过计算入射光线与平面的交点来确定。一旦交点找到以后，面就按球面（或非球面）来对待，用来使光线折射到后面的介质中去。然而，这只是对真正菲涅尔透镜的一种近似。真正的菲涅尔透镜有沟槽，可能会改变确切的交点。这里所用的模型对于有较细的沟槽（沟槽的深度相对于孔径来说很浅）的菲涅尔透镜是适用的。极端的菲涅尔透镜，例如被用在灯塔上的菲涅尔透镜，不能用该面型较好建模。曲率半径和圆锥系数（如果有），指定这些值的方法与标准面一样。参数值与偶次非球面模型的相同；多项式非球面支持到 16 次。

对其他类型的菲涅尔面型，参见面型“扩展菲涅尔 (Extended Fresnel)”和“通用菲涅尔 (Generalized Fresnel)”。

菲涅尔面的参数定义

参数#	定义
1-8	α1-α8

[通用菲涅尔面] (Generalized Fresnel)

这种面表示的是在“菲涅尔面 (Fresnel)”中描述的菲涅尔的一般化面型。考虑到光线追迹，菲涅

尔面的基本思想是，面基底的整体外形与局部斜率无关。通用菲涅尔面使用多项式非球面基底模型，与“偶次非球面 (EvenAsphere)”中所描述的偶次非球面相通。面型矢高由下面的表达式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

这里的各项与偶次非球面模型中的相同。完整的讨论述请参阅相关章节。

一旦光线与表面相交，该面如同具有下述多项式扩展式描述的面型一样，光线将发生反射或折射：

$$z = \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

这里，N 是级数中多项式系数的数目，A_i 是扩展多项式第 i 项的系数。多项式的各项与“扩 展多项式 (Extended Polynomial)”中描述的各项相同。决定该面反射或折射性质的只有扩展多项式项的梯度，而不是又该面的基底形状决定的。

该面的一个应用是对鳞甲面进行建模。例如，一个平面基底可能由一系列小的鳞甲平面组成，他们将光线反射或折射，就好像表面是倾斜的。此应用可以用一个平面基底和多项数系数中一个线性 X 或 Y 倾斜项来模拟它。

因为没有可靠的方法可用于计算非平面菲涅尔面的相位，如果在镜头文件中存在非平面基底的菲涅尔面，不支持任何需要 OPD 数据的分析功能，如 OPD 扇形图、MTF、泽尼克系数的计算。

请注意，系数具有单位。系数在相应的系数列输入，如下表所示。

通用菲涅尔面的参数定义

参数#	定义
1-8	α1 - α8
13	最大项数（最大230）。
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中 x 和 y 的坐标。
15-244	多项式项。

“最大项数 (Maximum term number)”用于指定计算面型矢高的最大多项式项。这个数用于加快光

线追迹的计算，超过该数的项将被忽略。

[渐变 1] (Gradient 1)

该面具有和标准面一样的面型，其中介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r1}r$$

其中，$r^2 = x^2 + y^2$。要求指定四个参数：最大步长 Δt、基本折射率 n_0、径向二次折射率 n_{r2} 以及径向线性折射率 n_{r1}。注意 n_{r2} 和 n_{r1} 都有单位。

[关于梯度折射率面型的最大步长的讨论] (Discussion on maximum stepsize for GRIN surfaces)

最大步长大小是在沿局部 z 轴的镜头单位下测量的，用于确定以多少增量移动后重新计算梯度折射率量。例如，如果 Δt = 0.1 且系统单位为毫米，则将沿 z 轴每增加 0.1 毫米重新计算折射率。因此，光线每穿过此梯度表面 0.1mm 就会会折射一次。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。所要求的精确值取决于系统的数值孔径和系数的大小。要确定一个合适的步长，先从大的数值（在表面厚度的量级上）开始，然后计算点列图 (Spot Diagram)。 观察 RMS 点列图 (Spot Diagram) 光斑半径，然后按其值的 2 倍减少步长。如果点列图的 RMS 半径按很小的百分比变化，则新的步长可能足够小。否则，继续减小步长。尤其在最后的设计阶段，你可能还想再减小步长。使用太小的步长会降低光线追迹的速度，并且不能提高其精度，这没有必要。OPD 追迹一般比光线追迹更慢， 因此当检视 OPD 光扇图时可重复上述步骤。在设计过程中应该适时检查以确保步长合适。

[对梯度折射率面后面的面的限制] (Restriction on surfaces following GRIN surfaces)

通过梯度折射率介质的光线追迹需要迭代以确定光线与梯度折射率面后面的面的交点。因此，不是所有的面型都可以跟在梯度折射率面的后面。若在梯度折射率面后面的面型不被支持，则会显示一条错误信息。要增加额外的可以添加到 GRIN 面后使用的表面类型，需要提出请求。；有关详细信息，请联系 OpticStudio 技术支持部门。

渐变 1 的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0

3	nr2
4	nr1

[渐变 2] (Gradient 2)

该面具有和标准面一样的面型，介质的折射率定义为

$$n^2 = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{r8}r^8 + n_{r10}r^{10} + n_{r12}r^{12}$$

其中，$r^2 = x^2 + y^2$。要定义八个参数：最大步长 Δt、基本折射率 n_0 和上面等式中的其余六个系数。注意其中一些系数有单位。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“***关于梯度折射率面型的最大步长的讨论*** (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参见“对梯度折射率面后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

渐变 2 的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nr2
4	nr4
5	nr6
6	nr8
7	nr10
8	nr12

[渐变 3] (Gradient 3)

该面具有和标准面一样的面型，介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 \ ,$$

其中，$r^2 = x^2 + y^2$。要定义八个参数：最大步长 Δt、基本折射率 n_0 和上面等式中的其余六个系数。注意其中一些系数有单位。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“***关于梯度折射率面型的最大步长的讨论*** (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参见“对梯度折射率面后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

渐变 3 的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nr2
4	nr4
5	nr6
6	nz1
7	nz2
8	nz3

[渐变 4] (Gradient 4)

该面具有和标准面一样的面型，介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{x1}x + n_{x2}x^2 + n_{y1}y + n_{y2}y^2 + n_{z1}z + n_{z2}z^2.$$

要求定义八个参数：最大步长 Δt、基本折射率 n_0 和上面等式中的其余六个系数。注意其中一些系数有单位。这种特别的梯度折射率模型对于模拟一个折射率梯度变化具有柱面光焦度外形剖面的光学元件很有用。如果有足够的数据计算系数，该模型对于光学元件的热梯度折射率建模也是有用的。

在进行近轴光线追迹时，线性横向项 n_{x1}、n_{y1} 被忽略不计。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“***关于梯度折射率面型的最大步长的讨论*** (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参见“对梯度折射率面后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

渐变 4 的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nx1
4	nx2
5	ny1
6	ny2
7	nz1
8	nz2

[渐变 5] (Gradient 5)

渐变 5 表面面型与标准面的面型相同，外加 x 和 y 方向的“倾斜”项：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + x\tan(\alpha) + y\tan(\beta),$$

其中 c 为曲率（半径倒数），r 为径向坐标（以镜头单位表示），k 为圆锥系数，tan α 和 tan β 为 x 和 y 中倾斜角的正切。注意，这与倾斜后的标准面并不是同一种面型，但只要曲率较小或倾角较小，它就接近于倾斜后的标准面。渐变 5 表面具有以下梯度折射率分布：

$$n_{ref} = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 + n_{z4}z^4,$$

其中，$r^2 = x^2 + y^2$。要定义十个参数：最大步长 Δt、基本折射率 n_0 和上面等式中的其余六个系数，以及两个倾斜项。注意其中一些系数有单位。

梯度折射率面 5 模型的重要特点是该模型可以指定介质的色散。色散数据由用户定义且被储存在名为 SGRIN.DAT 的 ASCII 文件中。SGRIN.DAT 的格式稍后会简短地介绍。

材料的名称在梯度折射率面 5 的面型中的玻璃一栏中输入。如果玻璃一栏是空的，就可以忽略色散的影响

为进行光线追迹，OpticStudio 首先用前面公式计算得到的 n_{ref} 计算“参考”波长下的折射率。其它波长下的折射率的计算基于下面的 Smllmeier 公式的一般展开式：

$$n(\lambda)^2 = n(\lambda_{ref})^2 + \sum_{i=1}^{3} \frac{K_i(\lambda^2 - \lambda_{ref}^2)}{\lambda^2 - L_i},$$

其中

$$K_i = \sum_{j=1}^{K\_MAX} K_{ij}[n_{ref}]^{j-1}, L_i = \sum_{j=1}^{L\_MAX} L_{ij}[n_{ref}]^{j-1}, \text{and } n_{ref} = n(\lambda_{ref}).$$

系数 K_{ij} 和 L_{ij} 定义了材料的色散，由参数 2-8（见下表）指定参考波长下梯度系数后确定折射率梯度分布。这种非常通用的色散模型几乎可以定义宽波带上任意的梯度折射率色散。参数 K_MAX 和 L_MAX 可以少至 1 项，为了更准确建模也可多到 8 项。

色散数据储存在<glass>文件夹（参阅“文件夹”）下的名为 SGRIN.DAT 的 ASCII 文件中。

SGRIN.DAT 文件中有多个数据块，每个数据块有 10 行。文件格式如下：

MATERIALNAME
MIN_WAVELENGTH MAX_WAVELENGTH
REF_WAVELENGTH
K_MAX L_MAX
K11 K12 K13 …K1K_MAX
K21 K22 K23 …K2K_MAX
K31 K32 K33 …K3K_MAX
L11 L12 L13 …L1L_MAX
L21 L22 L23 …L2L_MAX
L31 L32 L33 …L3L_MAX

多种材料可以通过在同样的文件中增加另一个 10 行数据块的方法来定义，每个数据块之间没有空行。所提供的 SGRIN．DAT 文件包含了 LightPath Technologies 公司提供的描述梯度折射率材料的系数。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“***关于梯度折射率面型的最大步长的讨论*** (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参见“对梯度折射率面后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

渐变 5 的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nr2
4	nr4
5	nz1

6	nz2
7	nz3
8	nz4
9	tan α
10	tan β

[渐变 6] (Gradient 6)

该面具有和标准面一样的面型，其中介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_1 r^2 + n_2 r^4 + n_3 r^6 + n_4 r^8 .$$

n_x 的值通过下式计算：

$$n_x = A_x + B_x \lambda^2 + \frac{C_x}{\lambda^2} + \frac{D_x}{\lambda^4},$$

对于 n_0，n_1，n_2，n_3 和 n_4 有类似的表达式（但 A、B、C、D 的值不同），该表达式中 λ 的单位用纳米而不用微米。

色散数据由用户定义并保存在名为 GLC.DAT 的 ASCII 文件中。这个文件被保存在文件夹 <glass>（参阅“文件夹”）中。文件的第一行是文件版本格式说明符：

VERSION N

其中 N 是文件格式的版本号，当前为 1。OpticStudio 在读取旧的 GLC 数据文件时将忽略版本号，但是，当前的版本号和格式适用于任何新创建的文件或者新增加的数据。剩余行包含 21 行数据，这些数据定义了该表中每种材料的名称和数据，格式如下：

NAME
A0
B0
C0
D0
A1
B1
etc... ending with D4

其中，第一行是材料的名称，可以采用任何小于 10 个字符长度的名称（特殊的字符，如空格或引号等除外）。接下来的 20 行分别为 A，B，C，D，从 n_0 到 n_4 的值。不允许存在空白行或者注释行。OpticStudio 能够在 GLC.DAT 文件中读取多达 25 种不同材料的数据。

GLC.DAT 文件中的色散数据是由 Gradient Lens Corporation (GLC) 公司（位于 Rochester，NY，(716) 235-2620）提供的。有关材料特性的详细说明可联系 GLC。并不是所有由 GLC 提供的的材料都包含在 GLC.DAT 文件中。GLC.DAT 文件中包含了以下材料：ARS10，ARS20，ARS27 和 ARS31。

为了使用渐变 6 材料，要将面型更改为渐变 6（gradient 6），然后在镜头数据编辑器中的材料一栏输入合适的材料名称。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“关于 GRIN 面型的最大步长的讨论 (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参阅“对 GRIN 面之后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

渐变 6 的参数定义

参数#	定义
1	Δt

[渐变 7] (Gradient 7)

该面具有和标准面一样的面型，其中介质的折射率定义为

$$n = n_0 + \alpha(r - R) + \beta(r - R)^2,$$

其中

$$r = \frac{R}{|R|}\sqrt{x^2 + y^2 + (R - z)^2}.$$

坐标 x、y、z 是相对于顶点切平面来度量的常用坐标，R 为在顶点处测量的相同折射率等高线的半径。同折射率等高线是以 Z=R 点为中心的球壳。起始的折射率 n_0 是在表面顶点处测量的折射率，而不是同折射率等高线中心处的折射率。这里要求有五个参数：最大步长 Δt，基底折射率 n_0，R，α 和 β。注意 α 和 β 均有单位。

同折射率等高线半径 R 可以由透镜前表面和后表面的曲率半径单独定义。然而，当 R 值设为 0 时，OpticStudio 假设同折射率等高线半径与前表面曲率半径相等。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“关于 GRIN 面型的最大步长的讨论 (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参阅“对 GRIN 面之后

的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

渐变 7 的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	R
4	α
5	β

GRADIUM™

该面型模拟使用 LightPath Technologies, Inc 公司提供的梯度折射率库存玻璃制作而成的透镜。表面形状与标准面的形状相同。该玻璃的折射率具有沿轴向梯度变化的分布，，它描述了玻璃内参考折射率随着轴向位置变化的函数关系。对透镜的定义需要明确：在玻璃内的起始点位置，库存玻璃描述分布的名称，当然还有半径和厚度。GRADIUM 表面有一梯度折射率分布，由下述多项式给出：

$$n = \sum_{i=0}^{11} n_i \left(\frac{z + \Delta z}{z_{max}} \right)^i .$$

Z 坐标是从表面前顶点开始的距离，Z_{max} 是玻璃 Z 坐标的最大值（通常也称为实体厚度 boule thickness），Δz 是沿着剖面 “偏离”的距离。与 OpticStudio 中大多数其它的梯度折射率玻璃模型不同，GRADIUM 只采用固定的预先定义的轴向分布系数。所要求的唯一的设计参数是偏离值 Δz。OpticStudio 提供的可用的描述分布文件在 ASCII 文件 PROFILE.DAT 中可以找到。也可以通过将扩展名以 GRD 结尾的文件放在<glass>文件夹中（参见“文件夹 (Folders)”）来定义其它分布描述文件。要选择一个不同的分布描述文件，请参阅“GRADIUM 分布”。现有分布描述文件的列表见“Grandium™”。

GRADIUM 分布描述文件格式

文件格式是由一系列的 13 行数据组成的块，格式如下：

```
PROFILE_NAME GLASS_FAMILY MAX_Z DENSITY UNUSED
n0
n1
…
n11
```

每个数据块以分布描述的名称开始，可以是任何少于 20 个字符的有效 ASCII 名。在同一行紧跟着

是玻璃材料名称，它必须是 Gradient 5 一节中所述的 SGRIN.DAT 文件中定义的梯度折射率材料。玻璃材料名称可定义分布描述文件中的参考波长。这一行的最后的一项是玻璃的最大 Z 坐标。接着是 12 个多项式系数，从 n0 到 n11。最大可描述的分布是 100。

当 OpticStudio 进行光线追迹时，会计算表面局部 Z 坐标（可能是负的）。然后加上偏移值来决定该坐标分布描述文件中的坐标。

通常，所得到的值都是正的，且小于或等于最大 Z 坐标，否则，会产生错误（参考下文有关“Capping”的讨论）。 然后计算参考折射率。一旦参考折射率计算出来后，所追迹波长处的折射率可使用在 Gradient 5 中描述过的方法进行计算。

参数 3 是前顶点处的参考波长折射率，此值可以在镜头数据编辑器中更改。当一个新的值输入后，OpticStudio 计算合适的 Δz 以产生指定的参考折射率。在这里参考折射率的显示只为了方便，重点是计算 Δz,,，参考折射率不能被设为变量或一个多重结构操作数。注意，参考折射率指的是参考波长上顶点处的折射率，而参考波长是指在玻璃材料的定义文件 SGRIN．DAT 中定义的波长。它不一定是主波长。

GRADIUM 表面模型也支持用于公差分析的 4 个附加的参数项：偏心 X (Decenter X)，偏心 Y (Decenter Y)，倾斜 X (Tilt X) 和倾斜 Y (Tilt Y)。使用这四项来模拟轴向折射率梯度分布中心不与局部 Z 轴重合以及不与局部 Z 轴完美平行的情况。公差项通过重新定义轴向 Z 坐标来改变轴向分布，具体如下：

$$z' = t_x(x - d_x) + t_y(y - d_y) + t_z z,$$

其中

$$t_z = [1.0 - t_x^2 - t_y^2]^{\frac{1}{2}},$$

tx，ty，tz 是单位向量的系数，该单位向量指向梯度变化轴，dx 和 dy 是相对于分布开始处的偏心值，以透镜单位表示。如果 tx 和 ty 都为 0，则 dx 和 dy 的值将不起作用（因为梯度是沿着 Z 轴的），而 tz 的值为 1。tx 和 ty 决定了（折射率）分布轴在 x 和 y 方向的斜率，其目的是对梯度变化轴线和透镜的机械轴线之间的轴向偏离公差进行模拟。表达式是线性近似，只对渐近小的 tx 和 ty 有效。

当进行近轴光路追迹时，公差项 dx，dy，tx 和 ty 被忽略。

通常，只使用已定义的分布范围。但是，在某些情况下，分布可在单个或两个方向上同时被扩展，用来将额外的（非渐变）玻璃添加到（折射率）分布的结束端，使得在厚透镜中也可以使用

GRADIUM 表面。这种技术叫做“捕获(Capping)”。默认设置中，OpticStudio 关闭 capping，这样任何光线追迹过程要求玻璃超过分布限制尺寸的都被标记为错误。在优化过程中，这将自动进行边界约束。为了去掉这种约束，Capping 标记可以设置为 1、2 或 3。默认值 0 表示玻璃被限制在分布长度以内。如果 Capping 标记是 1，那么只有左边被限制（右边允许超出分布长度限制）。如果 Capping 标志是 2，则只有右边被限制。如果 Capping 是 3，则左、右边都不加以限制，且厚度和偏离值可以是任何值。分布开始前和结束后附加的材料假定是均质玻璃，使得分布的两端分别有着相同的折射率和色散。如果在定义的端点上分布有斜率的话，此假设可能不正确的，而事实上常常是这样。联系 LighPath Technologies 公司获取更多设计时使用 GRADIUM Capping 的详细的信息。

所有 GRADIUM 折射率都是成对定义的，有“正分布 (positive)”及“负分布 (negative)”。轴向的反方向具有相同的分布。当对双向透镜进行建模时，必须将一个剖面用于前向通过，而另一个剖面用于逆向通过。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“关于 GRIN 面型的最大步长的讨论 (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参阅“对 GRIN 面之后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

GRADIUM 面的参数定义

参数#	定义
1	boule厚度
2	Δt
3	Δz
4	n_ref
5	dx
6	dy
7	tx
8	Capping

[渐变 9] (Gradient 9)

渐变 9 可用于模拟 NSG America Inc 的 SELFOC ®材料，或任何有相似折射率变化的梯度折射率玻璃。渐变 9 与标准面面型相同，外加 X 和 Y 方向的“倾斜”项：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + x\tan(\alpha) + y\tan(\beta),$$

其中 c 为曲率（半径倒数），r 为径向坐标（以镜头单位表示），k 为圆锥系数，tan α 和 tan β 为 x 和 y 中倾斜角的正切。注意，这与倾斜后的标准面并不是同一种面型，但只要曲率较小或倾角较小，它就接近于倾斜后的标准面。渐变 9 表面具有以下梯度折射率分布：

$$n = n_0\left[1.0 - \frac{A}{2}r^2\right].$$

其中 A 和 n_0 是关于波长的函数：

$$A(\lambda) = \left[K_0 + \frac{K_1}{\lambda^2} + \frac{K_2}{\lambda^4}\right]^2,$$

$$n_0 = B + \frac{C}{\lambda^2},$$

这里，波长是以微米为单位的。色散数据由用户定义，并保存在名为 GRADIENT_9.DAT 的 ASCII 文件中。该文件存储在文件夹<glass>（参阅“文件夹”）中。GRADIENT_9.DAT 文件由一系列 6 行的数据块组成。文件中的第一行是材料的名字，可以是任何小于 20 个字符长度的名称（除了特殊字符,如空格或引号等）。下面 5 行分别是 B，C，K0，K1 和 K2 的值。数据块与数据块之间不允许有空行。OpticStudio 在 GRADIENT_9.DAT 文件中可以最多读取 25 种不同材料的数据。

GRADIENT_9.DAT 文件中的色散数据是由 NSG America, Inc. (Somerset, NJ, (732) 469-965)或由 Corning, Inc. (Corning, NY, (607) 974-4755)公司提供的。与提供数据的制造商联系，了解材料性能的详细信息。并不是这些制造商提供的所有材料都必需包含在 GRADIENT.DAT 文件中。以下是已包括在内的材料：NSG 公司的 SLS-1.0，SLS-2.0，SLW-1.0，SLW-1.8，SLW-2.0，SLW-3.0，SLW-4.0 和 SLH-1.8 以及 Corning 公司的 Corning-Grin。

为了使用渐变 9 材料，需要将面型更改为渐变 9，然后在镜头数据编辑器中的玻璃一栏输入合适的材料名称。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“关于 GRIN 面型的最大步长的讨论 (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参阅“对 GRIN 面之后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

渐变 9 的参数定义

参数#	定义

1	Δt
2	tan α
3	tan β

[渐变 10] (Gradient 10)

该面具有和标准面一样的面型，其中介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{y1}y_a + n_{y2}y_a^{\ 2} + n_{y3}y_a^{\ 3} + n_{y4}y_a^{\ 4} + n_{y5}y_a^{\ 5} + n_{y6}y_a^{\ 6},$$

这里，y_a=|y|，||符号表示绝对值。这种形式的梯度折射率在平面 y=0 处是不连续的，且关于 y=0 面轴对称。如果玻璃材料为空白，则没有色散。在材料列中可输入玻璃名称，输入的玻璃材料是在渐变 5 面型中定义过的渐变 5 材料。上面的公式定义了材料在参考波长处的折射率分布， 在其它波长处的折射率根据渐变 5 表面中的色散模型计算得出。在进行近轴光线追迹时，忽略线性横向项 n_{y1}。

最大步长 Δt 的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。有关详细信息，请参阅“关于 GRIN 面型的最大步长的讨论 (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参阅“对 GRIN 面之后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

梯度折射率面 10 的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	ny1
4	ny2
5	ny3
6	ny4
7	ny5
8	ny6

[渐变 12] (Gradient 12)

渐变 12 具有和标准面一样的面型，其中介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{x1}x + n_{x2}x^2 + n_{x3}x^3 + \cdots + n_{x20}x^{20}$$
$$+n_{y1}y + n_{y2}y^2 + n_{y3}y^3 + \cdots + n_{y20}y^{20}$$
$$+n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 + \cdots + n_{z20}z^{20}$$

Gradient 12 表面类型允许使用序列表面类型渐变 5 中定义的复杂的 Sellmeier 色散来指定色散属性。通过 渐变 5 表面使用的同一文件 SGRIN.DAT 来获得色散系数。

最大步长 Δt 的设定可以对光线追迹速度与精度进行权衡。有关详细信息，请参阅“关于 GRIN 面型的最大步长的讨论 (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”。也可参阅“渐变 1”当中的“对 GRIN 面之后的面的限制 (Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)”。

级次（Order）是在镜头数据编辑器中显示的最高多项式常数（x、y 和 z）的阶数，最大值为 20。参数 4-63 将显示上述折射率表达式中定义的所有常数，。任何没有在编辑器中显示的常数都假设为零。如果级次为零，则所有常数均为零，并且在镜头数据编辑器中只有基本折射率 n0 可用。

渐变 12 的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	级次。在镜头数据编辑器中显示的最高多项式常数（x、y和z）的阶数。最大值为20，它将显示上述折射率表达式中定义的所有常数。任何在编辑器中没有显示的常数都假设为零。如果级次为零，则所有常数均为零，并且只有基本折射率（参数3）在镜头数据编辑器中可用。
3	n0
4、5、6	c_x1、c_y1、c_z1（一阶系数）
7、8、9	c_x2、c_y2、c_z2（二阶系数）
…	…
61-63	c_x20、c_y20、c_z20（二十阶系数）

[网格渐变] (Grid Gradient)

此表面是圆形平面，折射率通过三维坐标中的网格进行定义。。折射率数据由用户自定义，并存储在扩展名为.GGD 的任意 ASCII 文件中。从表面属性对话框（参阅“表面类型 (Surface Type)”）的类型选项卡中的“GGD 文件”选项中选择文件名。折射率数据文件必须储存在<glass>文件夹中（参阅“文件夹”）。OpticStudio 将使用三次立方样条曲线在 GGD 文件中定义的点之间进行插值计

算。

[GGD 文件最大大小] (GGD maximum file size)

GGD 最大文件大小由以下公式决定：

limit = 6400*nx*(1 + ny + ny*nz)

在 32 位系统中，我们要求极限值小于 10 亿 (1E9)，而在 64 位系统中，我们要求极限值小于 40 亿 (4E9)。

[GGD 文件格式] (GGD File Format)

文件分为两部分：第一行是标题，第二行是折射率和色散数据。标题包含关于文件内容和 OpticStudio 所使用的色散公式。数据部分将包含折射率数据、色散系数中的其中之一或两者都包含。语法如下所示。

```
DISPERSION_FORMULA_IDENTIFIER NX NY NZ DX DY DZ
X Y Z n0 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10
.
.
.
```

在标题中，色散公式是一个字符串，它与“玻璃色散公式”当中所描述的色散公式相对应。色散公式标识符是已去掉空格的公式名称（如 Sellmeier 3 公式为 Sellmeier3）。目前，仅支持在上述部分中列出的那些公式的公式名。NX、NY 和 NZ 值分别为文件中 x、y 和 z 点的数量。这些值均必须大于 5。DX、DY 和 DZ 分别为点与点之间的 x、y 和 z 间隔。

在文件的主体部分，前三个值分别为 x、y 和 z 坐标。这些点在其范围内单调递增且均匀间隔的。也就是说，在下一组 x 和 y 坐标重复之前，z 应该从零增加至其最大范围。第一个折射率值为 n_0，代表折射率偏移，如果不需要可以将其设置为零。剩余值为色散系数，可以通过选择的色散公式来定义折射率分布。例如，如果要定义 Schott 色散公式，可以使用从 C1 至 C5 的前五个系数，并将其余系数设置为零。还必须确保 Schott 是在文件标题中定义的色散公式标识符。如果想要仅使用偏移量来定义折射率，那么选择一个没有统一项的色散公式（如 Schott 或 Sellmeier 3 公式），然后将所有色散系数设置为零。

最大步长大小为此表面类型的唯一参数。有关详细信息，请参阅“关于 GRIN 面型的最大步长的讨论 (Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)”

网格渐变表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt

[网格相位] (Grid Phase)

这个面与网格矢高面（参见“Grid Sag”）几乎是一样的。关键的区别在于：

-矢高的单位是以弧度表示的相位而不是长度单位。

-单位标志数据只用于缩放 delx，dely 和导数值。

-面的形状是平面。

-支持衍射级次。衍射级次是相位值的一个乘数。值为零将会“关闭 (turn off)”相位的影响。将级数设为 -1 将使所有定义的相位值反号。

-支持“剪切距离 (shear diastance)”。见下文的“使用剪切距离 (Using the shear distance)”。

插值列决定了数据点之间使用的插值方法。用 0 表示双三次样条插值，用 1 表示线性插值，用 2 表示像元化插值。对于插值方法 0 和 1，相位和相位斜率应在整个表面上连续变化。当使用插值方法 2 时，网格相位面将具有明显的像元。相位改变根据各个像元来确定。相位斜率将根据.dat 文件中显示的导数（dz/dx、dz/dy 和 d2z/dxdy）来确定。如果文件中每个点的导数值均为零，则 OpticStudio 将自动根据像元和相邻值估算导数。

网格矢高中其他文件格式的描述和一般信息都适用于网格相位。

[使用剪切距离] (Using the shear distance)

模拟大气扰动的一个方法是使用由外部大气模拟程序生成数据的网格格相位面来模拟。精确的模拟可能需要多个面，使用具有不同相位数据的面来模拟长距离间隔的大气层。由于这些大气层之间有间隔，不同的视场角穿过大气层的不同部分，这取决于大气层之间的距离和光线的角度。这些面之间的间隔导致了依赖于视场的表面间横向剪切。

要模拟这个剪切，原则上可以在光学系统前放置多重的网格相位面，之间以大距离间隔。在实际中，这种效果不太理想，因为当通过一个网格相位面时，光线的弯折可能使光线完全错过入瞳。为避免这个问题，可以将网格相位面放在系统的入瞳上，然后就可以定义与实际相位层位置相对应的“剪切距离 (shear distance)”。当光线追迹到网格相位面时（只考虑相位话），如果网格相位面

已经放在了剪切距离上，OpticStudio 将调整光线坐标以便与入射光线的坐标相符。通常情况下，剪切距离是负的，因为该距离是从表面到相位层的有效位置来测量的。如果剪切距离是零，则不会发生横向位移。

[相位系数的符号规则] (phase coefficients sign conventions)

网格相位面的参数定义

参数#	定义
0	衍射级次
1	剪切距离
2	插值方法。使用0表示双三次样条插值，1表示线性插值，2表示像元化插值。参见“双三次样条插值与线性插值”。（“Bicubic spline vs. linear interpolation."）

[网格矢高] (Grid Sag)

网格矢高面的形状是由基本平面、球面、二次非球面、多项式非球面或 Zernike 非球面加上由矢高值矩阵定义的附加矢高项来定义的。该面的形状是通过对矢高值进行线性或双三次样条插值后决定的。离散点处的矢高定义为：

$$Z_{ij} = Z_{base} + Z(x_i - xdec, y_j - ydec),$$

其中

$$z_{base} = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8} \alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi),$$

$$1 \le i \le nx, \ 1 \le j \le ny,$$

这里，Z_i 项为“Zernike Standard 矢高”中所述的 Zernike Standard 项。delx 和 dely 是 x，y 方向上网格格点间的间隔，xdec 和 ydec 是该选择的可选偏心坐标，nx 和 ny 是每个方向上网格格点数目。且 nx，ny 的值不得小于 5。用来定义 Z_{base} 的项与用来定义偶次非球面的项相同。注意，由网格格点定义的矢高相对于由非球面基底形状定义的矢高而言可能是偏心的。可选项参数 9 和 10 是 Zernike 偏心项，用来来定义 Zernike 表达式相对于表面顶点的偏心。在计算该表面的近轴光焦度时，OpticStudio 利用顶点曲率半径、非球面系数和网格格点数据来计算有效近轴曲率。

[输入网格数据] (Importing grid data)

所有数据都必须在 OpticStudio 外部进行计算并制成表格，按适当的格式排列，然后再通过表面属性中的“导入（Import）”功能读取。正确的文件格式如下：

nx ny delx dely unitflag xdec ydec
z dz/dx dz/dy d2z/dxdy nodata
.
.
.

该文件的第一行包含 7 个值，用于定义 x，y 方向上的格点数目（整数型），x，y 方向的增量（浮点型），表示数据单位的（整数型）标志：0 表示毫米，1 表示厘米，2 表示英寸，3 表示米。在 x、y 方向上格点相对于基面的偏心量（浮点型）。可以对当前镜头单位进行任意比例的缩放。注意矢高和全微分的值都是有量纲的，因此可以缩放，但是一阶微分是无量纲的，因此无法缩放。

该文件中剩余的 nx*ny 行包括四个数（浮点型）和一个整数（可选）。四个浮点值分别为：矢高，矢高的 x 微分，矢高的 y 微分，全微分 d/dxdy。可选择的第五个数据项是一个整数标志，用以表示数据是否无效数据。对于有效的测量数据 nodata 标志应为零或空格。对于无效的数据 nodata 标志应该为 1。如果 nodata 标志的值为 1，则用 0 替换整行数据，且只使用矢高数据的基本部分进行计算。如果网格矢高表的所有数据项都不是数字，则将数据项替换成零。

文件中的第一个数据行与表面的左上角相对应，即由 -x 和 +y 极值定义的左上角。后面的每个点在整个面上按从左到右的顺序读取。读完 nx 个点后，读取第 nx+1 个点作为第 2 行的第一个值，以此类推，直到 nx*ny 个点都被读取完成。文件必须是以.DAT 扩展名结尾（对 NSC 使用的文件，其扩展名必须以.GRD 结尾）的 ASCII 格式。

对矢高数据点间的双三次插值进行平滑处理时必须用到微分值。这些值不使用在使用线性插值法上。如果文件中每个点的微分值（dz/dx，dz/dy 和 d2z/dxdy）都是零，那么 OpticStudio 会自动用有限差分法估算这些微分值。

网格矢高文件格式也支持注释行。任何以“!”符号开始的行都会被忽略。

[双三次样条 vs. 线性插值] (Bicubic spline vs. linear interpolation)

可以使用这两种插值算法中的任一种算法计算表面上任意点上的矢高。默认使用双三次样条算法并且提供了一种在矢高和其一阶微分上都平滑的插值。双三次样条是得到合理的平滑数据的首选算法。对于有噪声的伪随机数据，或有尖锐非连续的网格数据，双三次样条可能引起“插值过度

（overshoot）”，这就意味着面数据的插值可能生成远离网格点的矢高点。对于这些情况，一个线性插值算法可以提供更加有用的结果。双三次样条或线性插值的选择被当作一个参数可由用户选择。

[使用网格矢高的建议] (Suggestions for using the Grid Sag surface)

有关样条函数局限性的重要信息，请参阅“样条曲面注释 (Comments about spline surfaces)”。要使用网格矢高面，首先将面型改成网格矢高。然后从表面属性对话框中的“Import”部分选择 DAT 文件名。数据将被载入内存，但并不显示在镜头数据编辑器中。不显示数据的原因在于点的数量可能相当的大。一旦网格文件被载入，值就可通过使用表面数据报告 (Surface Data Report) 来检查。之后，数据被存储在镜头文件中，并且初始 DAT 文件被忽略。如果 DAT 文件必须改变，则需要在表面属性对话框中使用 Import 功能重新加载文件。。

网格大小只受可用内存的限制。网格的每个点需要 4 个 8-byte 的双精度值和 1 个 l-byte 的值，或者总共 33-byte。一个 225×225 的栅格文件需要大约 2M 字节的内存。使用带有很多点的网格矢高面可能会降低文件编辑和读写的速度。加快编辑速度的一个方法是关闭 OpticStudio 的“磁盘多步存储 (disk multi step)”撤销功能。参见“配置选项”（从设置菜单访问）的“常规”部分。

双三次样条插值算法平滑到三阶，且在格点上有精确结果，对于合理平滑的表面面型一般不需要很大的网格文件。然而，与所有的低阶样条表面模型类似，网格矢高面可能永远不能模拟接近高阶非球面的表面。因为没有分段数目合理的三阶多项式能精确地遵守高阶形式。网格矢高表面用于模拟任意低阶面型，且不会产生高阶波动。

网格矢高面在网格边缘外不做定义。网格区域外的光线追迹被当作光线丢失错误对待。最好将网格的有效数据部分设为比光线照射区域大一些。尤其不要将网格定义为与光束截面一样大。因为正好在网格边缘的光线不会按预期去追迹。

为了模拟极度弯曲光学元件的网格矢高面，例如快速反射镜，最好使用基底面曲率半径和圆锥系数来定义原始外形，然后用网格数据定义与原始面型间的偏差。而不是用网格数据定义整个面型。原因是 OpticStudio 可以使用基底面的曲率半径和圆锥系数去找到光线与表面交点的“初始估算值 (first guess)”。然后使用附加网格矢高数据迭代出精确解。对 OpticStudio 来说，如果基底面是平面，找到大角度入射光线与极度弯曲网格矢高面的交点不仅很困难，而且速度很慢。

GRIDSAMP.C，一个 C 语言程序的例子，位于<objects>\Grid Files 文件夹中（参阅“文件夹”）。此示例程序显示了创建网格 DAT 文件的正确方法；例子中使用的是球面。此外，GRIDSAMP 程序也显示了在只知道表面矢高公式的解析式时，怎样用有限差分来计算微分。

不能对网格数据进行优化和公差分析。

网格矢高面的参数定义

参数#	定义
0	插值方法。使用0表示双三次样条插值，1表示线性插值。参见“双三次样条插值与线性插值”。
1-8	α1 - α8
9	Zernike X方向偏心，以镜头单位表示
10	Zernike Y方向偏心，以镜头单位表示
13	项数（最大231）
14	归一化半径。坐标通过该值来归一化。
15-245	Zernike多项式1-231上的相应系数，以镜头单位表示。

[全息面 1] (Hologram 1)

全息面 1 可用来模拟光学构造全息元件。全息面可以是平面、球面或二次曲面，且全息面之后的介质可以是空气或玻璃，玻璃也可以是“反射面 (Mirror)”，用以指定全息面是构造且用于反射。全息元件本身通过两个不同构造点的 x、y、z 坐标，构造波长和衍射级次来描述。全息元件根据下述方程对光线路径的偏离进行计算：

$$\hat{n} \times (r'_o - r'_r) = \left(\frac{m\lambda_p}{\lambda_c}\right)\hat{n} \times (r_o - r_r),$$

其中，n^是在光线交点处垂直于全息面的单位法矢量，r_0 为沿着第一条构造光束的单位矢量，r_r 为沿着第二条构造光束的单位矢量，r'_r 为沿着入射读出光束的单位矢量，r'_0 为折射光线，λc 和 λp 为构造波长和重现波长，m 为衍射级次。m=0 表示光线不偏离，而 m 的其它整数值表示较高的衍射级次。这里用到的符号引用自（1986 年）Welford 编写，Adam Hilger 出版的《Aberrations of Optical System》一书。模拟全息面要求理解它的原理和特性，这超出了本参考手册的范围，建议用户在使用用此功能前先参阅 Welford 的书及其它一些参考书目。

大多数全息元件的构造和使用都应用于透射或反射中。也有应用是先构造全息元件用于透射，然后把基底镀铝再用于反射。在这种特殊情况下，可以使用指定了负构造波长的全息面来描述。尽管在这种情况下光线追迹是正确的，但 OPD 追迹将无法起作用。

OpticStudio 只能模拟全息元件对光路的偏折影响，而不支持其它特性的模拟，如衍射效率和相对透射率。

两束构造光束可用各自的点光源定义。点光源的 x、y、z 坐标相对于全息面顶点坐标测量得到，以镜头单位表示。OpticStudio 用两束构造光束的局部坐标和构造点数据来计算在光线与面交点处的单位矢量。构造波长的单位为微米。如果到点光源的距离大于 1.0E+08 镜头单位，则假设点在无限远处，且构造光束是该点发出的完美平面波。这种假设比简单输入大坐标值能获得更精确的 OPD 计算。

通过已定义的两束构造光束之间的干涉来定义全息面，同时假设两参考光束无像差。可以使用一般方法来模拟有像差构造光束光学制造全息面，参见“光学制造全息 (Optically Fabricated Hologram〉”。

光束有像差的光学构造全息面可使用“光学制造全息”面来模拟。

全息面 1 假设两束构造光从指定的构造点发散开来。由于构造光束光路可逆，因此也相当于两构造光束向构造点会聚。有些全息构造方法要求一束为会聚光而另一束为发散光。有关这类全息面的信息，参考“全息面 2 (The Hologram 2 surface)”。

全息面的参数定义

参数#	定义
1	X1
2	Y1
3	Z1
4	X2
5	Y2
6	Z2
7	λc
8	m

[全息面 2] (Hologram 2)

全息面 2 与全息面 1 非常相似。主要的不同之处是全息面 1 假设两束参考光束都是从构造点发散或会聚于构造点，而全息面 2 假设一束光会聚与构造点，而另一束光从另一构造点发散，由于光路可逆，哪束光是第一束哪束是第二束并不重要。全息面 2 与全息面 1 的参数是相同的。

[不规则面] (Irregular)

不规则面是在一个标准面（平面、球面、或二次曲面）上附加偏心、倾斜、球差、像散和彗差等非球面偏差。这种面型主要用于公差分析算法中对标准面不规则变化的模拟。表面矢高定义为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + Z_s\rho^4 + Z_a\rho'^2_y + Z_c\rho^2\rho'_y,$$

其中

$$\rho_x = \frac{x}{r_{max}}, \rho_y = \frac{y}{r_{max}}, \rho = \sqrt{\rho_x^2+\rho_y^2}, \rho'_y = \rho_y\cos\theta - \rho_x\sin\theta,$$

r_{max} 为镜头的最大径向孔径，通过表面的半直径值定义。系数 Z_s，Z_a 和 Z_c 分别表示在最大孔径处的球差、像散和彗差，以镜头单位表示。像散和彗差沿着与 y 轴成 θ 角（单位为度）的直线。

前面公式中的 x、y 坐标是偏心倾斜坐标系中的值，该偏心倾斜坐标系由 x 偏心、y 偏心、x 倾斜、y 倾斜定义。偏心的单位以镜头单位表示，倾斜的单位为度。倾斜和偏心值的使用与本章讲到的坐标间断面类似，但是，当光线追迹到该面之后，倾斜和偏心就不起作用了。光线追迹按以下法则进行：

表面偏心，绕 x 轴旋转，然后绕 y 轴旋转。

光线追迹到该面。

表面恢复，反向绕 y 轴旋转，再反向绕 x 轴旋转，最后反向偏心。

不规则面使用前七个参数定义偏心、倾斜和 Z 系数，使用第八个参数定义角度。除了倾斜角的单位为度之外，其它系数的单位均以镜头单位表示。

不规则面的参数定义

参数#	定义
1	X偏心
2	Y偏心
3	X倾斜度
4	Y倾斜度
5	Zs
6	Za
7	Zc
8	θ

琼斯矩阵面（镜头数据编辑器序列表面） Jones Matrix (sequential surfaces, lens data editor)

该面型用于定义任意偏振元件。表面形状始终是平面。琼斯矩阵根据下面的公式来修改琼斯向量（用于描述电场）：

$$\begin{bmatrix} E'_x \\ E'_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathrm{A} & \mathrm{B} \\ \mathrm{C} & \mathrm{D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix},$$

这里，A、B、C、D、Ex 和 Ey 都是复数。关于琼斯矩阵的详细论述，可以参考“定义偏振元件(Defining polarizing components）”部分。只有偏振分析功能考虑该种面型的影响。该面型使用 8 个参数，没有附加数据值。

琼斯矩阵面的参数定义

参数#	定义
1	Ar
2	Ai
3	Br
4	Bi
5	Cr
6	Ci
7	Dr
8	Di

[透镜阵列] (Lenslet Array)

透镜阵列使用“使用 DLLs 生成的透镜阵列 (Lenslet arrays using DLLs)”中描述的用户自定义面型来进行建模。

[非序列元件] (Non-Sequential Components)

非序列元件表面的矢高与标准面的矢高相同。

此表面允许光线追迹一个或多个非序列物体。相关详细信息，可参阅“非序列概述（Non-Sequential Overview）”一章。

[奇次非球面] (Odd Asphere)

奇次非球面除了同时采用径向坐标 r 的偶次和奇次幂来描述非球面以外，与偶次非球面模拟偏差类似，。矢高由下式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \beta_1 r^1 + \beta_2 r^2 + \beta_3 r^3 + \beta_4 r^4 + \beta_5 r^5 + \beta_6 r^6 + \beta_7 r^7 + \beta_8 r^8 .$$

注意系数都有单位。系数在相应的参数栏中输入，如下表所示。

参数#	定义
1-8	β1 - β8

[奇次余弦] (Odd Cosine)

奇次余弦面是一奇次非球面的扩展，包含 16 个径向项以及最多 6 个附加余弦项。矢高由下式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{16} \beta_i r^i + \sum_{i=1}^{m} A_i s^{P_i} \cos(B_i \theta + C_i) .$$

第一项是标准面（平面、球面或二次曲面）的矢高。第二项与奇次非球面的第二项相似，但系数的个数固定为 16 个。第三项支持 m 个余弦项，其中整数 m 必须在 0 和 6 之间（包括 0 和 6）。坐标是归一化极坐标，由 s=r/R 给出，其中 R 是用户自定义归一化半径。如果 R 是零或负数，则忽略余弦项。如果任一个 B 值不是整数，则该面的一阶微分可能不连续。系数 β_i 的单位取决于折射率 i，系数 A_i 的单位是长度单位，以镜头单位表示。角度 θ 按弧度测量，且与表面上的 x 和 y 的坐标与下式相关：$\tan\theta = y/x$。

系数 B 是无量纲的，系数 C 的单位是弧度。系数在相应的附加数据栏中输入，如下表所示。

奇次余弦面的参数定义

参数#	定义
13-28	奇次非球面系数βi。

29	余弦项的个数m，必须介于0和6之间。
30	归一化半径R，用于计算矢高公式余弦项中的坐标s
31-54	矢高公式余弦项中的A、P、B和C项。

[光学制造全息] (Optically Fabricated Hologram)

在本章中其它部分讲到的全息面 1、全息面 2 和 Toroidal 全息面型用于定义光学构造的全息面，同时假设构造光学元件是“完美的”且在构造光束中没有引入像差。

光学制造的全息面非常具有普遍性。全息面用 3 个 OpticStudio 镜头文件来定义：

1） 重现文件，存放光学制造全息面。

2）光束 l 的构造文件。

3）光束 2 的构造文件。

在重现系统中进行光线追迹时，OpticStudio 会自动调用两个构造系统来确定相关矢量，这些矢量用来定义重现系统中交点处的两条构造光束的干涉。这种定义全息元件(Hologram) 的方法有几个很重要的优点：

1）构造光学元件完全可以是任意的，每一个构造文件都可以包括若干个透镜、镜面或者甚至是其它的全息元件 (Hologram) （OpticStudio 可以模拟的任何对象）。因此，构造光束中引入的像差也可被充分考虑。

2）两个构造光学文件可以包括完全不同的光学元件。

3）在构造系统中设置的每一个变量在重现系统中将自动成为变量，允许同时对构造系统和重现系统进行闭循环优化。

[定义基底的形状] (Defining the substrate shape)

光学制造全息面基底的形状可以是三种可能形状的任何一种，由“形状”参数零定义：

形状 0：与“标准”相同，使用 c 和 k。

形状 1：与“椭圆光栅面”形状相同，使用 a、b、c 和多项式项。

形状 2：与“Toroidal 光栅面”相同，使用 c、k、和 R。

[定义构造光学元件] (Defining the construction optics)

要定义光学制造全息面，首先应该创建两个镜头文件分别用于照明和记录全息。在定义构造光学文件时有几个重要的规则必须要遵守：

1）两个文件必须有相同的文件名，在文件名末加“_1”和“_2”。例如，对于一对构造光学元件来讲，“FAT_1”和“FAT_2”是有效的文件名。

2）构造光学文件必须与重现镜头文件位于同一个目录下。

3）两个构造光束发生干涉的表面必须是每一个文件中的光阑面。只有各自光阑面上的光线交点矢量才能决定全息图的特性。两个文件中光阑面的序号可以不同。

4）在每一个构造文件中光阑面的类型必须是标准、椭圆光栅面或 Toroidal 光栅面。

5）在每一个构造文件中只允许有一种结构。重现系统可以有多重结构。

6）在每一个构造文件中只允许有一个视场点，尽管视场可以任意。不得使用渐晕因子。

7）在每一个构造文件中只允许有一个波长，且构造文件中的波长必须一致。重现系统中的波长是任意的，而且可以与构造文件中的波长不同。

8）每一个构造文件中的光线瞄准都必须开启。

9）在每一个构造文件中系统孔径的类型都必须是“光阑尺寸浮动”。

10）在构造文件中不允许有虚拟传播；所有光线的路径都必须是有物理意义的路径。

定义了构造光学文件之后，通过注释栏将文件名传递给 OpticStudio。在重现系统中，全息面面型设为“光学制造全息”，该面的注释栏设为用于定义构造光学文件的文件名名称。例如，如果“FAB_1”和“FAB_2”是构造光学文件的名称，那么在注释栏中输入“FAB”。 OpticStudio 将自动给两个文件加上后缀“_1”和“_2”，并将自动读取两个构造文件。如果没有给出名称，将忽略该面的全息效应。

[对构造和重现光学系统的优化] (optimizing the construction and playback optics)

OpticStudio 在重现系统中进行光线追迹时，对重现全息面形状有影响的的每一个变量（半孔径，a、b、c 或附加数据参数）都将自动复制到构造光学系统的光阑面上。这就是为什么要将构造和重现光学系统的光阑面设置成同一类型的原因，因此构造光束发生重叠的表面具有与重现表面相同的形状。

在构造光学系统中设置的变量在重现系统中都将自动成为变量，因此构造系统可以同重现系统中的任何一个或所有的变量一起进行优化。

当重现镜头文件保存时，构造光学文件也会自动地保存。

当对构造系统和重现系统同时进行优化想要约束构造文件中的设计参数时，可以在重现系统评价函数中使用 CMFV 操作数以调用在每条构造光束中定义的评价函数。关于 CMFV 操作数的更多信息，可以参考“优化 (Optimization)”一章。

由于这个面使用了外部 OpticStudio 文件定义构造光束，因此不应该使用全局搜索。可以使用其它的优化方法。

[选择全息的类型] (Selecting the Hologram type)

全息构造光束的干涉方法有两种：

1） 假设从各自的光源发出的两条构造光束均是发散或会聚的，或者

2） 假设从各自的光源发出的两条构造光束中一个是发散的，而另一个是会聚的。

假定数字 1 类似于全息面 1 的模型，而数字 2 类似于全息面 2 的模型。光学制造全息面支持两种形式的干涉。要选择全息面 1 型，将参数 1 中的“全息类型”设置成 1，否则，将参数 1 中的“全息类型”设置成 2。全息类型必须是 1 或 2。

在大多数情况下，OpticStudio 可以在默认“OPD 模式”为零时正确计算通过全息面的 OPD。然而，在某些特殊情况下，OpticStudio 不能正确计算 OPD。在这些情况中，用户必须手动设置 OPD 模式等于 1、2、3 或 4 来确定正确的 OPD 算法。正确的 OPD 模式与构造和重现系统的几何结构以及三个文件中镜面总数目有关。目前，还没有可靠的算法可以在所有的情况下自动确定的 OPD 模式。如果计算出来的 OPD 明显是错误的，可以尝试 0-4 的每一个模式值，直到计算出来的 OPD 正确为止。

光学制造全息面的参数定义

参数#	定义

0	形状
1	全息类型
2	衍射级次
3	曲率，a，曲率
4	圆锥系数，b，圆锥系数
5	未使用，c，旋转R
6	光程差 (OPD) 模式
13	最大项数值（最大240）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15-254	多项式项。

[近轴面] (Paraxial)

可以将近轴面看作是理想的薄透镜。对近轴面进行建模需要两个参数：焦距和 OPD 模式。尽管近轴面支持将成像到非均匀折射率介质中，焦距是在空气（均匀折射率）中测定的。如果焦距为零，近轴透镜就没有光焦度。OPD 模式表示 OpticStudio 应该如何计算由近轴透镜折射的光线的光程差。尽管通过近轴透镜的光线追迹可以明确定义（见下文），但是计算 OPD 还是比较困难的，特别是在存在明显的像差时，如下所述。

[设置 OPD 模式] (Setting the OPD Mode)

如果像差不严重的话，Mode=0 在大多数情况下计算速度非常快且结果准确。如果 Mode=0，那么会通过追迹实际近轴光线（parabasal ray）所计算的共轭位置来计算 OPD。对于有适当像差的轴向光学系统来说，这是非常适用的。

Mode=l 会对所追迹的每根光线的表面引起的实际相位进行积分。Mode=l 表示计算速度比其它模式慢很多，但计算结果一般最准确。如果在近轴透镜光学空间的任一边像差较大，则就不能通过假设对所有的入射光线都在固定的共轭位置工作来计算近轴透镜 OPD。对这些系统，OPD 模式应该设为 1。Mode=l 也可以用于检查其它模式是否准确。如果 Mode=l 所计算出的 OPD 结果与其它模式相同，那么也可以使用其它模式，因为它计算 OPD 的速度一般会更快。

Mode=2 假设镜头用在无穷远共轭处，而不考虑实际的共轭。如果入射光束没有被很好地准直，则此选项将返回不正确的结果。

Mode=3 与 Mode=0 相似，除了使用的是近轴光线而不是实际光线以外。Mode=3 仅对具有适度像

差（可通过一阶光学理论描述）的系统有效。

对于最大 OPD 的计算精度，无论选择哪一个 OPD 模式，近轴透镜的工作 F/# 应不快于 F/4。

对输出准直系统的模拟，请考虑使用无焦像空间而非一个近轴透镜，请参阅“无焦像空间 (Afocal Image Space)”。

近轴面遵循下列方程式折射光线：

$$n'u_x' = nu_x - x\phi$$

$$n'u_y' = nu_y - y\phi$$

这里 Φ 为面的光焦度，n 为折射率，撇号表示在面的像方的量，角度为斜率，由光线的方向余弦计算得到：

$$u_x = \frac{l}{n}$$

$$u_y = \frac{m}{n}$$

近轴面的形状为平面。

近轴面的参数定义

参数#	定义
1	焦距
2	OPD模式

[近轴 XY] (Paraxial XY)

近轴 XY 面与近轴面是相似的，只是在 X、Y 方向的光焦度可以分别指定。因此它可以被用作理想的圆柱透镜或理想的环形透镜。定义近轴 XY 面需要两个参数：X 方向光焦度和 Y 方向光焦度。通过近轴 XY 面的 OPD 采用在近轴面说明中所述的 Mode=1 来计算。光焦度单位是镜头单位的倒数， 例如如果镜头单位是 mm，则光焦度单位就是 1/mm。见“单位 (Units)”。

近轴 XY 面的形状是平面。

近轴 XY 面的参数定义

参数#	定义
1	X方向光焦度
2	Y方向光焦度

[周期面] (Periodic)

这一表面面型由下面的表达式来描述：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} - A\left[\frac{1}{4}[1+\cos(2\pi\alpha x)][1+\cos(2\pi\beta y)]-1\right],$$

这里，A 是用镜头单位表示的调制峰谷高度，α，β 分别为 x，y 方向振动的空间频率。注意该表达式是球面矢高加上余弦调制。该面的矢高在顶点处正好是 0，且振幅是峰谷振幅。频率单位是镜头单位的倒数。

这一面型使用 3 个参数值，不使用附加数据值。

周期性表面的参数定义

参数#	定义
1	A
2	α
3	β

[多项式] (Polynomial)

该面型的定义不使用基面曲率半径和圆锥系数。多项式面型的矢高定义为：

$$z = \gamma_1 x^2 + \gamma_2 x^4 + \gamma_3 x^6 + \gamma_4 x^8 + \gamma_5 y^2 + \gamma_6 y^4 + \gamma_7 y^6 + \gamma_8 y^8.$$

另外一种更普遍的多项式面，参见“扩展多项式 (Extended Polynomial)”。

多项式面的参数定义

参数#	定义
1 - 8	γ1-γ8

[Q 型非球面] (Q-Type Asphere)

Q 型非球面是关于径向对称的用多项式表达的非球面，与扩展多项式非球面（参阅“扩展非球面”）类似。该表面支持 Q 型非球面的两个不同的变体，通常称为 Qbfs 和 Qcon。由 G. W. Forbes 撰写的《Shape specification for axially symmetric optical surfaces》中介绍了 Qcon 表面（Opt.Express 出版，第 15 卷，第 5218 - 5226 页（2007 年））。由 G. W. Forbes 撰写的《Manufacturability estimates for optical surfaces》中介绍了 Qbfs 表面（Opt.Express 出版，第 19 卷，第 9923-9941 页（2011 年））。与传统的非球面多项式相比，这些表面的数学计算相当复杂，此处不再论述详细信息。

下表中定义了该表面使用的附加数据项。

Q 型非球面的参数定义

参数#	定义
13	类型。用0表示Qbfs，用1表示Qcon。
14	最大项数值。最大值为100。
15	以镜头单位表示的归一化半径。通过算法使用该值来归一化径向坐标，与扩展非球面类似。
16	系数A0
17	系数A1
…	…
115	系数A99

[径向光栅] (Radial Grating)

径向光栅面与衍射光栅面很相似（参见“衍射光栅 (Diffraction Grating)”），除了光栅刻线具有径向对称性以外，光栅刻线间隔在整个面上是可变的，并且基底是偶次非球面形状（参见“偶次非球面 (Even Asphere)”）。对于一个平面光栅，光线追迹到光栅后按下式进行衍射：

$$n_2 \sin\theta_2 - n_1 \sin\theta_1 = \frac{M\lambda}{d},$$

其中 d 是光栅间隔（通常以微米为单位），θ_2 是衍射角，θ_1 是入射角，M 是衍射级次，λ 是波长（通常以微米为单位），n_1 和 n_2 是光栅前后面的折射率。径向光栅面根据下列等式允许 d 随表面而变化：

$$d(p) = A_0 + A_1 p^1 + A_2 p^{-1} + A_3 p^2 + A_4 p^{-2} + \ldots,$$

其中 A_i 系数的单位始终为微米，p 是归一化的径向坐标，由以下公式定义：

$$p = \frac{r}{R},$$

其中 r 是表面的径向坐标，以镜头单位表示，R 是用户自定义的归一化半径。光栅间隔 d 可以按两种方式来定义。按照通常 OpticStudio 的规定是沿着光栅在 XY 平面上的投影测量 d，忽略其下任何表面的矢高或曲率。径向光栅面支持一种附加的“光栅模式 (GratingMode)”，其中 d 被认为是沿着局部面切面测量的。光栅模式可在镜头编辑器的参数 9 中被设为 0 或 1。

注意 M 的符号规则是任意的。光栅面可以是平面、球面、二次曲面或偶次非球面，光栅前的介质，以及光栅本身可以是空气、玻璃、“镜面”或其它任意玻璃类型。OpticStudio 只会模拟光栅改变光路，而不支持其它特性的模拟，例如效率和相对透过率。如果光栅间隔太小以致于不能满足光栅条件，那么就会给出“光线错过表面 (Ray missed surface)”这一出错提示。

径向光栅面的参数定义

参数#	定义
0	衍射级次
1-8	偶次非球面系数 α1–α8
9	光栅模式
13	最大项数
14	归一化半径
15	p^0 系数
16	p^1 系数
n	p^(n-15) 系数

[径向 NURBS] (Radial NURBS)

该功能仅适用于 OpticStudio 专业版和旗舰版。

NURBS 是 Non-Uniform Rational B-Spline（非均匀有理 B-样条）的缩写。NURBS 是一种很常见的曲线和曲面。关于 NURBS 的详细论述超出了本章的讨论范围，可以参考由 Les Piegl 和 Wayne Tiller 合著的《The NURBS Book》（第二版， Springer-Verlag 出版，ISBN 3-540-61545-8）。

径向 NURBS 面由一系列加权控制点来定义。这些控制点定义一条从原点开始的曲线，该曲线位

于 YZ 平面上，沿+Y 方向。一旦定义了曲线，绕 Z 轴将该曲线旋转 360 度形成一个旋转图形。与样条曲面不同，NURBS 曲面实际上不经过任何控制点，除了第一个和最后一个控制点以外。

每一个控制点都有一个正“y”坐标，一个“z”坐标（可正可负），以及权重“w”。第一个控制点总是位于 y=0，z=0 处（因为用户无法修改此控制点，因此将其定义为控制点 0），所以曲线从表面顶点原点开始。接下来的控制点，从 1 到想要的最大点数目进行编号，编号大小沿+y 方向单调向外延伸。为了确保样条拟合的数值稳定性，Y 值的间隔应该至少是 1.0E-3 镜头单位。当使用此表面设计成像系统时（其中波前差是一个重要指标），应将控制点 1 的 z 坐标设置为零，并将控制点 1 的 y 坐标设置为控制点 2 的 y 坐标的一小部分（在这种情况下，控制点 2 实际上是该曲面上关注的第一个点）；这样做可以避免在原点附近表面形状出现不连续性，否则可能会导致错误的波前差结果。

最初的权重都应该设置成 1.0。权重越高，曲面越接近实际的控制点。权重越低就意味着对曲面接近控制点的限制越少。有关权重对 NURBS 面影响的详细信息，请参考上面提到的参考资料。

最后一个点定义的 Y 值决定表面的最大径向净口径。这个值一般来讲应该是固定的，不应该是变量。在定义的曲面范围内，任何一条与表面无交点的光线都会出现“光线丢失”的错误信息而终止（追迹）。

使用 NURBS 描述的优点在于它可以定义任何形状并进行可靠的追迹。对不寻常的不能用多项式描述的非球面校正可以用 NURBS 进行建模。

使用 NURBS 描述的缺点包括光线追迹的速度很慢，有时候很难找到合适的曲面控制点的起始值及权重。

该表面不使用任何参数栏。

径向 NURBS 面的参数定义

参数#	定义
13	控制点的数目。至少需要4个点，最多不能超过60个点。
14	控制点1的y坐标。
15	控制点1的z坐标（矢高）。
16	控制点1的w（权重）值。
3n+11	控制点n的y坐标。
3n+12	控制点n的z坐标（矢高）
3n+13	控制点n的w（权重）值

[逆反射] (Retro Reflect)

逆反射是一个平面形状的面。如果面是由玻璃或空气制成，光线就根据 Snell 定律按一般方法折射。如果面是由“镜面 (Mirror)”制成，光线就不会按一般的方式反射，相反光线不发生偏折。就是说在后续的反向传播中，光线将沿着入射光路传播，即光线逆反射。

当像差很大（衍射极限的几百倍）并且光线入射到逆反射面上非常快（大约为 F/2 或更快）时，OpticStudio 不能精确计算这个面上逆反射光线的光程差。因此，逆反射面只适用于慢光束和适当像差的情况。

这个面不使用任何参数值。

[幻灯片表面(镜头数据编辑器序列表面)] (Slide (sequential surfaces, lens data editor))

该功能仅适用于 OpticStudio 专业版和旗舰版。

该表面用来模拟平面位图（bitmap image）。BMP 中的各个像元值用于定义表面的透射率。从表面属性对话框中的类型选项卡的“BMP 文件”控件中选择文件名（见“表面类型”）。BMP 图像文件必须位于< images >文件夹中（见“文件夹”）。

如果模式参数为 0，则 BMP 图像文件外部的光线的透射率为 0。如果模式参数为 1，则这些光线的透射率为 1。X 半宽用于定义 BMP 文件的半宽度，以镜头单位表示。BMP 文件总是以表面的顶点为中心。可以根据 BMP 文件本身的纵横比来自动确定 Y 半宽，假定像元为正方形。如果纵横比大于零，那么这个值就定义了 BMP 文件中各个像元的高度与宽度纵横比。默认纵横比是 1.0。

幻灯片的透射率是基于每个像元的 RGB 值和入射波长而定。由于 RGB 值与特定波长的光谱不对应，因此可以使用线性插值算法来估计 BMP 文件透射率。

幻灯片表面的参数定义

参数#	定义
1	模式
2	X半宽
3	纵横比

[标准面] (Standard)

球面是最常用的光学面型。球面的球心在当前的光轴上，球面顶点也在光轴上。OpticStudio 把平面当作球面的特例（曲率半径为无穷大的球面），同时把二次曲面也当作特殊球面。标准面的“矢高”或 Z 坐标值由下式给出

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}}$$

其中 c 是曲率（半径的倒数），r 是镜头单位下的径向坐标，k 为圆锥系数。其中圆锥系数小于-1 为双曲面，等于-1 为抛物面，在-1 和 0 之间为椭圆，等于 0 为球面，大于 0 时为扁椭圆面。

关于更多圆锥系数的信息，请参阅 OpticStudio > Tutorials > What’s Next 下的“ REFERENCES ON LENS DESIGN”。

标准面不使用任何参数值。

[用标准面模拟椭圆面] (Modeling an ellipse with the standard surface)

这里有几个把椭圆面的半长轴和半短轴的长度转化为由半径和圆锥系数描述的较方便的公式。如果“a”为长半轴，“b”为短半轴，则

$$\frac{1}{c} = R = \pm\frac{b^2}{a},$$

$$k = -\varepsilon^2 = -\left[\frac{a^2-b^2}{a^2}\right].$$

[用标准面模拟轴锥镜] (Modeling an axicon with the standard surface)

标准面可以用于创建一个几乎完美的轴锥镜。如果（1+k）c^2r^2>>1，则标准面减化至

$$z = \frac{r}{\sqrt{(-(1+k))}} \text{ or } z = r\tan\alpha, \text{ where } \tan\alpha = \frac{1}{\sqrt{(-(1+k))}},$$

且 α 是轴锥角，从 XY 平面到轴锥镜表面测量而得。要创建一个轴锥镜，从描述的角 (α) 计算圆锥

系数值 (k)，并使用任何小的值作为曲率半径。K 的结果必须为负数。曲率半径或曲率的确切值就不重要，只要大约是小于轴锥镜径向孔径的三个或更高数量级，。虽说某种意义上轴锥镜在原点无尖端时不完美，但这里表面顶点周围的区域将以某一半径圆形近似给出。这样表面在各个区域都是光滑的，事实上光线追迹也需要这样的特性。但是，近轴数据，例如有效焦距、近轴放大率和其他常见的一阶光学性质，它们对轴锥镜表面来说通常没有意义。尽管面的形状依然是圆锥非球面，但由轴锥镜形状得到的系统近轴特性不能代表整个光学表面。因此这就是只用曲率半径不能很好地描述光学表面的情形。

[超圆锥面] (Superconic)

多项式非球面面型最普通的形式是在径向坐标 r 处使用幂级数展开来定义表面矢高，其中 r 定义为：

$$r^2 = x^2 + y^2 .$$

例如，在“偶次非球面 (Even Asphere)”中描述的偶次非球面用的就是这样的扩展多项式。因为 r 与 z 坐标无关，展开式中的各项是投影到切平面上时顶点到该面上的点的距离。通常，非球面与切平面间的距离随径向孔径的增大而增大。距离增大时，幂级数展开式的参数 r 与切平面上的远离面上的点相对应。这使得展开式的收敛性很差。

Breault Research Organization 的 Alan Greynolds 提出一种新的解决方案，即用表面顶点到定点距离的幂级展开。展开式表示为：

$$s^2 = x^2 + y^2 + z^2 .$$

某一面由二次曲面方程开始：

$$kz^2 - 2Rz + x^2 + y^2 + z^2 = 0 ,$$

这里，k 是圆锥常数，R 是曲率半径，归一化的幂级数展开式可以由下面的形式构成：

$$Az^2 - 2Bz + C = 0 .$$

常数定义为：

$$A = \frac{k}{R},$$

$$B = 1 + U_1 s^2 + U_2 s^4 + \ldots, \text{ and}$$

$$C = \frac{s^2}{R} + V_1 s^4 + V_2 s^6 + \ldots,$$

这里，U、V 是确定非球面形状的系数。注意，如果所有的 U、V 项均为 0，结果为标准圆锥曲面。如果 A 也是 0，超圆锥面就变成球面。系数 A，U_1，V_1 一起形成笛卡尔椭圆。这些性质使得超圆锥面在系数优化时是稳定的。超圆锥面可以对需要很高次非球面项的面型进行建模。OpticStudio 可以用多达 240 项来模拟超圆锥面，在实际的设计中很少超过 5 项。

超圆锥面的参数定义

参数#	定义
13	最大项数。最大值为 240，但通常为 4-10。
14，15	U1 和 V1
16，17	U2 和 V2
…	…
252，253	U120 和 V120

[倾斜面] (Tilted)

倾斜面是一个与 x 轴，y 轴有一个角度的平面。面型使用该面与 x 轴，y 轴夹角的正切来定义：

$$z = x\tan\theta_x + y\tan\theta_y.$$

倾斜面用前两个参数定义 x 和 y 角度的正切。这种面型对于实现物面和像面的倾斜以及定义棱镜上的倾斜面非常有用。倾斜面不会改变局部坐标系，因此不能用来定义反射镜，而要使用坐标断点面定义反射镜。

倾斜面的参数定义

参数#	定义
1	tan (θx)
2	tan (θy)

[Toroidal] (Toroidal)

环形面由 Y-Z 平面内定义的一条曲线绕平行于 Y 轴且与 Z 轴相交的轴旋转而成。定义环形面需要 Y-Z 平面中的基本半径、圆锥系数和多项式非球面系数。Y-Z 平面的曲线定义为：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14}.$$

这条曲线与偶次非球面矢高公式相似，只是这里省略了 16 次方项，且方程中的坐标变量为 y，不是 r。 随后这条曲线绕一根到顶点距离为 R 的轴旋转，R 为旋转半径，可正也可为负。Y-Z 面的曲率半径与标准面半径一样在相同的半径输入栏中输入，而旋转半径在参数栏 1 中输入。要建立一个在 X 方向上为平面的柱面透镜，只需在这里输 0 即可，OpticStudio 将认为半径无穷大。

可以通过添加泽尼克标准矢高可选项来自动修改此表面：

$$z = z_t + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi),$$

其中 z_t 是基本表面矢高（toroidal sag），泽尼克标准项在“泽尼克标准矢高 (Zernike Standard Sag)”部分中有相关定义，可从镜头数据编辑的导入（import）输入。注意，如果 Y-Z 的曲率半径被设为无穷大，就可以描述一个在 x 方向有光焦度但 y 方向没有的面，因此，圆柱可以沿两个方向。其它参数栏用于可选非球面系数，如下表所示。如果在 X 方向需要非球面系数，那么就可以用两个坐标断点面将 Toroidal 面绕 Z 轴旋转。如果在 X 和 Y 方向同时需要不同的非球面，就可用本章中描述的“双锥面 (biconic)”、“多项式 (polynomial)”和“扩展多项式 (extended polynomial)”表面。

Toroidal 面的参数定义

参数#	定义
0	外插
1	旋转半径
2-8	α1 - α7
13	项数。
14	归一化半径。坐标被该值归一化。
15-245	分别为Zernike 多项式的系数1 - 231，以镜头单位表示。

“项数”用于指定要在表面矢高计算中使用的最大 Zernike 多项式项数。这个数用于加快光线追迹的计算，超过该数的项被忽略。

Zernike 多项式在单位圆上正交，因此归一化半径应该被设为某个半径，系数数据除以该半径后是归一化的。Zernike 多项式在超过归一化半径时就开始迅速发散，因此需要注意光线不应在该半径外与面相交。尽管光线追迹法还有效，但数据就可能不准确。外插标志 (extrapolate flag) 可能被设为零以忽略在打到归一化半径之外的光线的 Zernike 项。

[Toroidal 光栅] (Toroial Grating)

Toroidal 光栅面与常规的 Toroidal 面相似，只是不支持非球面矢高项，且衍射光栅可以放在 Toroidal 面上。Toroidal 光栅面通过 Y-Z 平面内的一条曲线绕平行于 Y 轴与 Z 轴相交的轴旋转来定义。Toroidal 光栅面要用 Y-Z 平面内的曲线的基本半径以及圆锥常数定义。Y-Z 平面上的曲线定义为

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}}.$$

这个曲线方程与标准面矢高方程相似，只是坐标变量为 Y，而不是 r，随后曲线绕与顶点距离为 R 的轴旋转。R 为旋转半径，可正也可为负。曲线 Y-Z 的半径与标准面的半径一样在同一参数栏中输入。旋转半径在参数栏 1 中设定。如果要建立一个在 X 方向为平面的柱面透镜，只需在这里输 0 即可，OpticStudio 将认为半径无穷大。。

注意，如果 Y-Z 面内的半径设为无穷大，则在 X 方向有光焦度而在 Y 方向无光焦度。因此，圆柱可以沿两个方向。

衍射光栅通过每微米刻线线数和衍射级次进行定义。这些值分别在参数栏 2 和参数栏 3 中设定。光栅刻线设定为与局部 X 轴平行，并且当投影到平面上时间隔均匀。

有关带有非球面形变系数的 Toroidal 光栅面，请参阅“扩展 Toroidal 光栅 (Extended Toroidal Grating)”。

Toroidal 光栅面的参数定义

参数#	定义
1	旋转半径
2	每微米的光栅刻线数
3	衍射级次

[Toroidal 全息图] (Toroidal Hologram) （镜头数据编辑器 序列表面）

Toroidal 全息 (Hologram) 面的形状类似于前面所描述的“Toroidal 面 (Toroidal)”。Y-Z 平面的曲线定义为：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14}.$$

半径、二次曲率值和其它的参数值共同定义表面的形状。附加数据值用来定义表面的全息特性。用来定义全息构造光束的项类似于前几节中描述的全息面 1、全息面 2 中相应的各项。附加数据值 1-6 分别是光源 1、2 的 x、y、z 构造点，值 7 是构造波长，值 8 是重现衍射级 M。

用两个指定的构造光束之间的干涉来定义全息，假定构造光束无像差。光学制造全息面可以用一般的方法来对有像差的构造光束形成的光学构造全息面进行模拟，参见“光学制造全息 (Optically Fabricated Hologram)”。

可以使用“光学制造全息面（Optically Fabricated Hologram）”面对有像差构造光束形成的光学构造全息面进行模拟。

还有一个用作“标志”的第九个附加数据值，表示两束构造光束是会聚还是发散。如果两束构造光束都是会聚到构造点或从构造点发散出来的，则该标志值为+l。如果一束光束发散另一束光束会聚，那么标志值为-l。 所有小于 0 的数都等同于-l，所有大于 0 的数都等同于+1。该标志值用于区分两种不同的情况，它是全息面 l、全息面 2 之间唯一的不同之处。

Toroidal 全息面的参数定义

参数#	定义
1	旋转半径
2-8	α1 - α7
13	第一束构造光束的构造坐标 X1。
14	第一束构造光束的构造坐标 Y1。
15	第一束构造光束的构造坐标 Z1。
16	第二束构造光束的构造坐标 X2。
17	第二束构造光束的构造坐标 Y2。
18	第二束构造光束的构造坐标 Z2。
19	构造波长。
20	重现衍射级次。

21	会聚/发散标志。

[Toroidal NURBS 面] (Toroidal NURBS)

Toroidal NURBS 面类似于径向 NURBS 面。关键的区别在于它不是绕 Z 轴旋转来形成一个表面；而是曲线与-Y 轴成镜像，然后绕偏移的 Y 轴旋转形成一个 Toroidal 面。

偏移轴可以是+Z 也可以是-Z 方向，这取决于旋转半径的符号。如果旋转半径为 0，则假定半径是无穷大，且面具有圆柱对称性。该表面的 X 宽度可以由旋转角度的范围确定，也可以由直接定义的-x 和+x 界限来确定；如果旋转半径是无穷大（它由 0 值来定义），则应该使用后一种方法。

Toroidal NURBS 面的参数定义

参数#	定义
1	旋转半径
2	最小X值或角度
3	最大X值或角度
13	控制点的数目。至少需要4个点，最多不能超过60个
14	控制点1的y坐标
15	控制点1的z坐标（矢高）
16	控制点1的w（权重）值
3n+11	控制点n的y坐标
3n+12	控制点n的z坐标（矢高）
3n+13	控制点n的w（权重）值

[用户自定表面] (User Defined)

该功能仅适用于 OpticStudio 专业版和旗舰版。

用户自定表面 (UDS) 是一种强大、灵活、快速的面型定义方法，用于定义 OpticStudio 中没有的表面。UDS 的形状可以是任意的，可以表示折射、反射、衍射，可以任意改变光束的相位，后面可以是均匀介质或是任意形态的渐变折射率介质。此外，UDS 也可以任意切趾光束或衰减光束，或使用 UDS 定义用于偏振分析的任一电场或膜层数据。后者能使光束按照任意公式/光学系统中任一表面用户自定义表格实现部分透射。

该功能非常灵活的原因所在是表面所有的性质都是用户在一个单独的 C 或 C++程序中定义的，该程序通过 Windows 的动态连接库 (DLL) 功能实现与 OpticStudio 动态链接。DLL 必须包含返回 OpticStudio 所需全部数据的函数，OpticStudio 用这些数据进行绘图、光线追迹、计算折射角以及通过折射率和表面介质位置之间的函数确定渐变折射率介质的折射率。

DLL 是汇编代码，由于 OpticStudio 传递给 DLL 一个指针，指向需要被计算的数据，因此 UDS 的速度非常快，几乎与 OpticStudio 本身的代码一样快（函数调用只会导致计算机少量负担）。

UDS 功能强大，对 UDS 的使用有合理的代价。对 UDS 的使用要求用户配备适当的、能够产生兼容的 32 位 Windows DLLs（或 64 位，如果使用 OpticStudio 的 64 位版本）的程序编译器或开发工具。同时也要求用户能够编写所需要的代码，更重要的是确保编码可靠、无需调试。为了使速度最快，OpticStudio 几乎不核对 DLL 返回的数据，因此调试 UDS DLLs 很容易导致 OpticStudio 崩溃。

正因如此，OpticStudio 技术支持所提供的支持服务仅限于确保 UDS 范例文件能够被正确执行。如果您需要一个 UDS DLL，且没有编程背景或不想自己编写这些代码，请在 ZEMAX 官网中的 Zemax 顾问列表中获得更多有偿服务信息。

The UDS DLL

学习怎样创建 DLL 的最好方法是将示例 DLL 源代码文件复制到一个新的文件中，编辑这个示例文件来满足您的需要，然后重新进行汇编产生一个新的 DLL。DLL 源代码中提供了一段很好的“boiler plate”， 它是所有 DLLs 共有的。

定义一个 UDS DLL 需要两个文件：一个诸如 MY_SURF.C 的 C（或 C++）源代码文件，一个名为 USERSURF.H 的头文件。只有 C 文件需要进行修改。C 文件中定义了两个函数：第一个是“DLLMain”，用于（可选的）初始化 DLL 数据。另一个函数是“User Define Surface4”，它一般对每个面型都要修改。早期版本的 OpticStudio 用户界面使用的函数名是“User Defined Surface、User Defined Surface2 和 User Defined Surface3”，这些名字仍然支持但已经被废弃了。新的 DLL 文件名应该使用“User Defined Surface4”。

OpticStudio 传递给函数两个结构，这些结构在 USERSURF.H 文件中定义。USERSURF.H 文件定义了一个在“User Defined Surface3”中使用的数据结构，名为“FIXED_DATA4”。在 User Defined Surface4 函数中的是一个 C 语言“Switch-case”结构。OpticStudio 通过传递“类型 (type)”参数说明哪些数据需要计算并返回给 OpticStudio，该参数是一个介于 0-10 之间的数（包含 0 和 10）。下面的表格中描述了类型码：

UDS DLL 的类型码

类型	ZEMAX 需要 DLL 计算的数据
0	表面名称，径向对称状态，以及渐变折射状态
1	参数栏的名称
2	附加数据栏的名称
3	表面的矢高和其他矢高
4	近轴光线追迹至该表面并折射穿过该表面
5	实际光线追迹至该表面并折射穿过该表面，也包括透射和偏振数据（如果有的话）
6	渐变折射率传播过程中的折射率和一阶导数
7	用户初次选择表面类型时默认的数据
8	在需要时初始化 DLL。包括分配 DLL 所需的静态内存，加载数据文件，或其它即时计算或初始化。每次加载 DLL 时都会调用此类型码。但是 ZEMAX 可以多次载入相同的 DLL。例如，ZEMAX 中每个分析窗口都会得到自己的镜头数据副本，在分析窗口每次更新时，每个副本将会载入并初始化 DLL。ZEMAX 可以同时（平行执行）更新多个分析窗口，因而多个 DLL 可以同时运行。因此，不推荐使用固定的文件名去保存临时数据或制作日志文件。相同的文件在 ZEMAX 多次导入 DLL 时可以多次创建或写入。 只有在 DLL 进行光线追迹前，需要单次初始化，DLL 才需要处理此类型码。
9	在需要时终止 DLL。包括释放已分配的内存或关闭数据文件。只有从表面中删除 DLL 或镜头被关闭时才调用此类型值。见上述类型码 8 的注释中 ZEMAX 是怎样载入、初始化并立刻终止多个 DLLS 的。DLL 只有在终止前必须释放内存或进行其它的“清除”操作时才处理此类型码。
10	DLL 中所使用的参数缩放比例和附加数据。比例因子储存在参考路径下的用户数据库 (USER_DATA) 中。

在 DLL 示例源代码文件中提供了大量的注释。可以在<data>\DLL\Surfaces 中找到 DLL 文件，同时新的 DLL 文件也必须放在这个文件夹中。

[折射和反射 UDS DLLs] (Refractive and reflective UDS DLLs)

对于折射或反射，而非梯度或衍射的常规均匀表面，以文件 US_STAND.C 开始。它是 US_STAND.DLL 的源代码文件，而 US_STAND.DLL 是 OpticStudio 内置表面标准面的复刻。它的代码并不完全相同，而且运行速度比 OpticStudio 使用的方程稍慢，但在功能上是等价的。US_STAND.C 包含一个一般的 Snell 法则的折射函数，也可用于反射。该 DLL 与所有的 UDS DLLs 一样，提供矢高、光线交点方程、表面法线、光程和近轴折射功能。

[渐变折射率 UDS DLLs] (Gradient index UDS DLLs)

渐变折射率表面应该用 US_CRIN 1.C 作为初始点。除了返回标志表示该表面是渐变折射率类型，以及执行数据类型“6”用于返回给定的 X，Y，Z 的折射率和所有参数及附加数据以外，编码类似于 US_STAND.C。还必须提供 X，Y，Z 方向的折射率的一阶微分。

对于梯度折射率 UDS DLLs，只要玻璃一栏是空白的，用于近轴光线追迹的折射率即为表面的前

顶点（坐标（0，0，0））处的折射率。如果 DLL 的材料一栏中（在 LDE 的常规材料一栏）被指定了某种玻璃材料，那么近轴参考折射率就是根据玻璃库中的材料数据计算的。当使用梯度折射率 DLLS 时，一般不需要甚至不建议指定玻璃的名称（材料栏）。只有当 DLLs 基于玻璃库数据计算折射率偏移时，才需要指定玻璃的名称。

[衍射 UDS DLLs] (Diffractive UDS DLLs)

衍射光学元件与标准光学元件非常相似，除了通过相位微分（关于 X, Y）使得光线进一步偏移外，还需要修改光程长度来包含相位的变化。

一般，衍射光学元件的“折射”定义为：

$$l' = l + \frac{\lambda}{2\pi}\frac{\partial\varphi}{\partial x}$$

$$m' = m + \frac{\lambda}{2\pi}\frac{\partial\varphi}{\partial y}$$

这里，l 和 m 都是方向余弦，计算 Z 方向余弦 n，使得方向向量的大小归一，ϕ 是以弧度表示的相位。

DLL 例子：US_GRATE.DLL，通过复刻 OpticStudio 内建光栅面来说明衍射计算。

[使用 DLLs 的透镜阵列] (Lenslet arrays using DLLs)

使用用户自定义表面可以很容易对透镜阵列进行建模。基本上，光线追迹可确定光线打到了阵列透镜的哪一部分，然后用该部分透镜的曲率来确定光线折射。示例源代码和 DLL 分别参考 US_ARRAY.C 和 US_ARRAY.DLL。

[使用 DLLs 自定义表面切趾] (User defined surface apodization using DLLs)

DLL 的实际光线追迹部分，类型码 5，允许定义表面透射比。表面透射比必须是介于 0.0 到 1.0 之间的数字，并表示光线穿过该表面透射的相对强度。在本章中，透射意味着“光线继续”，因此对于反射表面，透射部分通常表示反射到下一个表面。

表面透射比可用于定义任意表面切趾。透射函数可以是任何一种基于光线坐标、方向余弦、 表面参数或其它数据的公式；或者，该函数可以从查找表中或可在 DLL 中执行的任意其它方法获得。

不需要定义表面透射比。如果 DLL 没有定义透射比，OpticStudio 假设它是 1.0。无论表面透射比是多少，OpticStudio 都将修改光线强度以考虑菲涅尔表面、膜层，以及进行偏振光线追迹时通常

要考虑的体吸收效应。

如果 OpticStudio 不进行偏振光追迹，那么 DLL 定义的透射比只起衰减作用。与光瞳切趾不同，使用 UDS 定义的表面切趾可以放在光学系统任何地方的任何表面上。注意，对于是光线位置函数的切趾（大部分都是），不同视场会观察到不同的有效切趾。注意，该技巧可用来模拟任意中性密度滤光片或是透射率与波长有关的滤光片。

[使用 DLL 定义偏振及镀膜数据] (Polarization and coating data using DLLs)

DLL 的实际光线追迹部分，类型码 5，允许直接定义透射及反射电场，或定义 s 及 p 方向的复反射及透射系数，基于 DLL 中可用的任何视场或膜层数据，包含光线余弦 (Ray cosines)、法向向量 (normal vectors)、折射率 (index) 或其它用户自定义数据，或者可以在 DLL 中实现任何方法。视场和膜层数据不是必须定义的，如果 DLL 没有对这些数据进行定义的话，OpticStudio 会使用表面默认算法。有关如何定义电场或膜层数据的源代码示例，请参见范例 DLL US_OLARIZATION。

[错误处理与 UDS] (Error handling and UDS)

如果 DLL 计算了一个有意义的结果，并且没有出现错误，则 OpticStudio 按内部约定返回 0 值。否则，DLL 将返回-1。光线追迹时无论是近轴光线还是实际光线，例外情况是：如果光线与表面无交点，将返回表面序号；如果光线内全反射，那么返回的是表面序号的负数。OpticStudio 使用这些错误代码为用户和各种 OpticStudio 功能提供有意义的诊断。

[DLLs 示例] (Sample DLLs)

我们提供了许多 UDS DLLs 示例，它们可作为使用 DLL 之前的准备，也可以作为用于研究和修改的 C 语言源代码。编写 DLL 最简单的办法是寻找你所需要的 DLL 或用途最接近的 DLL，然后按照需求复制和编辑 C 语言源代码文件。下面的表格列出了可用的 DLLs 以及每个 DLL 的简述。注意，尽管示例 DLL 已经测试过，且通常认为是可靠的，但仍然“按现状（as is）”提供。

“在下面的所有 DLL 描述中，c 为曲率，k 为圆锥系数，z 为矢高坐标，r 为径向坐标，ρ 为归一化为表面半直径后的径向坐标，D 为透射函数的对数（即 D=-Log10(T)，其中 T 为透射率）。必要时，应在相应的描述中指定其它参数。”

UDS DLLs 例子

DLL 名称	**描述**
QBFS, QCON	这两个 DLLs 定义了在《Shape specification for axially symmetric optical surfaces》中描述的表面类型，G.W.Forbes 编写，《Optics Express》出版，第 15(8)卷，第 5218-5226 页（2007 年 4 月 6 日）。
US_ANAMR	变形非球面。该非球面通过下面的表达式定义：

	$$Z = \frac{CxX^2 + CyY^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + Kx)(Cx^2X^2) - (1 + Ky)(Cy^2Y^2)}} + AR[(1 - AP)X^2 + (1 + AP)Y^2]^2 + BR[(1 - BP)X^2 + (1 + BP)Y^2]^3 + CR[(1 - CP)X^2 + (1 + CP)Y^2]^4 + DR[(1 - DP)X^2 + (1 + DP)Y^2]^5$$
US_ANASP	环形非球面。该表面的描述可以参考 Jose Sasian 的论文《Annular surfaces in annular field systems》，Opt. Eng. 36 (12) 3401-3403 (1997 年 12 月)。该表面类似于奇次非球面多项式，多项式展开中有一个径向偏移可以很好地对环形视场系统中使用的表面建模。
US_APGXY	这个 DLL 是 ZEMAX“标准”面型的复刻，带有可以修改表面透射比的附加功能。这种表面定义了一个切趾函数： $$T(x,y) = Exp\left(-2G_x\left(\frac{x}{R}\right)^2 - 2G_y\left(\frac{y}{R}\right)^2\right),$$ 这里，R 是表面的半直径，x 和 y 是光线与表面的交点坐标。
US_ARRAY	模拟了 n×m 透镜阵列，每个透镜的维度为 H×W；要指定 4 个参数。透镜具有矩形轮廓和“标准”面型，即平面、球面、或二次非球面。在每个方向上透镜的数目必须是奇数。
US_ARRAYEVEN	模拟了 n×m 透镜阵列，每个透镜的维度为 H×W；要指定 4 个参数。透镜具有矩形轮廓和“偶次非球面” 面型，即平面、球面、二次非球面和径向多项式非球面。在每个方向上透镜的数目必须是奇数。
US_CYLAR	对垂直排列的 n 个柱透镜建模，每个透镜的高度均为 H。这些透镜在 YZ 平面上是圆柱形或二次非球面。
US_DGCYL	对柱面上的衍射光栅建模，光栅刻线沿表面的弧线而不是沿切平面 y 坐标）等距间隔。光栅刻线平行于圆柱的坐标轴。
US_DATASURFACE	此表面使用 FIXED_DATA4 结构，并且可以传递来自上一个数据表面的值。第一次加载此表面时，会读取上一个数据表面的附加数据值，说明在“数值”参数栏中读取了多少数据值，并且将这些值复制到 EDE。它不会动态更新，仅用于说明对 DLL 中这些值的访问。

DLL 名称	描述
US_EAPERIODIC	此表面类似于偶次非球面，不过它含有一个附加项，描述矢高按正弦变化。这类变体非常适用于对不规则表面进行建模。表面的完整矢高表达式由以下公式给出： $$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8} \alpha_i \rho^{2i} - \frac{A}{2}[\cos(2\pi\omega_0 r + \phi_0) - \cos(\phi_0)]$$ 这里，参数 c、k 和 α_i 与偶次非球面完全相同。参数 A 表示正弦矢高扰动的振幅，以镜头单位表示。参数θ_0表示正弦矢高扰动的频率，以镜头单位的倒数表示。参数 ω_0 表示正弦矢高的初始相位，以度为单位表示（该值在 DLL 内部转换为弧度，用于计算矢高）。
US_FILT 1	此表面定义了一个切趾函数 $T = 1.0 - Exp(-G\rho^2)$
US_FILT 2	此表面定义了一个切趾函数，光学密度 Dmax 是从 0 到归一化径向坐标 p1 的距离，在 p2 处 D 线性变化为 D=0，随后变成 D=0。
US_FILT 3	此表面定义了一个切趾函数 $D=0.5Dmax(1.0+\cos\pi\rho)$
US_FILT 4	此表面定义了一个切趾函数： $$T(r) = 1 \text{ if } r < R - \Delta R,$$ $$T(r) = 0 \text{ if } r > R + \Delta R,$$ $$T(r) = \frac{1+\cos\left(\frac{\pi(r-(R-\Delta R))}{2\Delta R}\right)}{2} \text{ if } R-\Delta R < r < R+\Delta R,$$ 这里，r 是径向坐标，R 是孔径半径，Δ 是孔径半径的无量纲百分比。在两倍的 ΔR 距离上，透射比从 1 平稳地变化到 0。如果 Δ 提供地值是 0，则将 Δ 的值定义为 0.001。该函数会产生一个便利的“软边缘（soft-edged）”孔径，适用于优化通过圆形孔径的透射率。
US_FILT 5	此表面定义了一个切趾函数： $$T(na) = 1.0 \text{ if na < NA - } \Delta,$$ $$T(na) = 0.0 \text{ if na > NA + } \Delta, \text{ otherwise}$$ $$T(na) = 0.5\left(1+\cos\left(\frac{(na-(NA-\Delta NA))\pi}{(2\Delta NA)}\right)\right),$$ 这里，na 是入射光线的数值孔径，NA 是用户自定义参数，Δ 是定值 0.001（但是该值可以在 DLL 源代码中编辑）。这种滤光片展示的是基于入射角而不是基于位置的光线切趾。Na 超过 NA-Δ 的值的光线会平稳地衰减到 0。这使得优化更加简单、连续。

DLL 名称	描述
US_FILT 6	此表面定义了一个切趾函数： $$T(x,y) = (1/4)(1+\sin(2\pi\alpha x))(1+\sin(2\pi\beta y)),$$ 其中 α，β 分别对应正弦透射率在 x，y 方向上的空间频率。
US_FILT 7	此表面对表面透射率进行切趾，通过附加数据编辑器中值的线性插值计算，附加数据编辑器中的值可以是表面径向坐标的函数，也可以是发生折射的表面局部 z 轴与光线间夹角的函数。
US_FILT 8	此表面可对软边缘（soft-edged）的矩形孔径建模，“MaxX”及“MaxY”参数为矩形孔径的 X 及 Y 的半宽。透射率会在变化距离中平稳地从 1 变为 0（变化距离是“DelX”和“DelY”到孔径边界距离的两倍）。该函数会产生一个便利的“软边缘（soft-edged）”孔径，适用于优化通过矩形孔径的透射率。
US_GCYL	模拟带有渐变折射率介质的圆柱型表面，该渐变折射率 (GRIN) 介质在同心圆柱薄壳层中具有一常数折射率，以多项式表达的 GRIN 分布其中心在曲面的曲率中心，此 DLL 用于模拟光线沿着垂直于光纤轴向方向横穿光纤。
US_GRATE	模拟含有平行于 X 轴的光栅刻线的标准面，这些光栅刻线在切平面上沿 Y 方向等距间隔。它相当于 OpticStudio 内建表面“衍射光栅”面的复刻。该示例文件为了说明在 UDS DLLs 中如何对衍射表面进行模拟。
US_GRIN1	模拟二次 GRIN 介质。它相当于 OpticStudio 内建表面“渐变 1”的复刻。该示例文件为了说明在 UDS DLLs 中如何对 GRIN 表面进行模拟。
US_IGRIN	带有色散的 GRIN 示例。
US_ITERA	此 DLL 是 OpticStudio 内建表面“标准面”的复刻。除了它使用“dumb”迭代查找交点（而非解析解来寻找交点）。此示例为了说明如果在只知道矢高表达式的前提下找到表面交点。绝大部分多项式非球面都需要此类型的迭代，因为不能用解析解来确定光线与表面交点。
US_LUNE	模拟一个理想 Luneberg 透镜的 GRIN 表面。

DLL 名称	描述
US_MEMS	对微型机电系统（MEMS）（如数字反射镜装置（DMD））进行建模。MEMS 由小矩形反射镜的 2D 阵列构成。反射镜可以有三个不同的倾斜角，绕着轴旋转使反射镜指向任意方向。这些反射镜的状态有三种情况，可以用寻址行、列来设置，或者对个别反射镜进行设置模拟想要的 MEMS 某一种状态。尽管这个模型是严格的几何模型，它仍然可以有效模拟由特定设备（针对个别反射镜的任意设置）反射的光线。该模型的参数有： Nx：X 方向反射镜的数目 Ny：Y 方向反射镜的数目 Wx：X 方向的总宽度，以镜头单位表示 Wy：Y 方向的总宽度，以镜头单位表示 A0、Al、A2：状态为 0，1，2 时对应的反射镜角度 旋转角：反射镜绕 z 轴倾斜的旋转角 附加数据值 l：如果是 0，反射镜按行寻址，如果是 1，按列，如果是 2，按单个反射镜。 附加数据值 2：行/列/反射镜 1-15 的状态 附加数据值 3：行/列/反射镜 16-30 的状态 附加数据值 n：行/列/反射镜 1+15*（n-2）-15*（n-1）…的状态 旋转角绕局部 Z 轴有效旋转反射镜的倾斜面；初始倾斜面绕着局部 x 轴旋转。旋转角从+y 轴顺时针方向测量。反射镜的角度沿旋转倾斜方向倾斜。 附加数据值 (EDV) 用 3 个基本的整数值来定义行/列/反射镜的状态。如果要确定用于任何一种 MEMS 逻辑状态的值，可以创建一个类似于下面的表格，它显示用于 3 行或 3 列或 3 个反射镜的值： r /c /m : 3 2 l EDV 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 2 2 0 1 0 3 0 1 1 4 0 1 2 5 0 2 0 6 etc.. 注意 EDV 定义为： EDV=M1*（3^0）+M2*（3^1）+M3*（3^2）+… 这里，M1 是第一行/列/反射镜的逻辑状态（0、1 或 2），M2 是第二行/列/反射镜的逻辑状态，以此类推。每一个 EDV 最多定义 15 行/列/反射镜的值。
US_MULTI_ZONE_ASPHERE	该表面模拟了一系列环状偶次非球面区域。每个区域都有半径、圆锥系数、至 12 阶的偶次非球面系数以及那个区域的最大的径向孔径。可以支持共 20 个同心区域。每个区域都被偏移，这样在区域边界处面是连续的。
US_OFFSET	偏移面。此表面模拟隐藏在表面内部的一段附加距离的光线传播。该传播距离对每一种波长都是独立的。它可以对每一种颜色通道具有独立聚焦性质的系统进行建模，例如数字投影仪。

DLL 名称	描述
US_OGIVE	尖顶部（OGIVE）面形。OGIVE 面与标准面一样，除了表面沿轴旋转有一定量的偏移以外。面形定义为： $$z = \frac{cr_g^{\,2}}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2 r_g^{\,2}}},$$ 其中， $$r_g = r_o + \sqrt{x^2+y^2}.$$
US_POLARIZAT	此 DLL 显示如何定义电场或膜层数据。
US_STAND	此 DLL 是 OpticStudio 内建“标准”面的复刻。它是最简单的 DLL 表面，并且是学习 UDS DLLs 的一个很好的开始案例。
US_STAND2	此 DLL 是 OpticStudio 内建“标准”面的复刻，使用“User Defined Surface2”函数和结构定义。

[可变刻线距离光栅] (Variable Line Space Grating)

可变线距离光栅模拟的是一种具有直线但非均匀间隔的特殊光栅。在 M.Hettrick 和 S.Bower 合著的《Variable line-space gratings: new designs for use in grazing incidence spectrometers》中介绍了此光栅，《应用光学》期刊出版，第 22 卷，第 24 期，第 3921 页（1983 年）。此光栅用于在凹球面上成像。用会聚光束来照亮反射式光栅。光栅刻线平行于局部 x 轴，并且刻线在 x-z 平面内。只支持平面光栅，只对光栅用于反射的情况进行了测试（玻璃类型必须是“反射镜 (MIRROR)”）。

尽管全息面可以用来模拟理想光栅，但事实上全息结构并不总能应用于各种场景。基于加工时的折衷考虑，光栅刻线是直线且平行的（与全息面刻曲线时的情况相反）。这样在光束中就引入了像差，在模拟该面型时要考虑此像差。

。

有五个参数可以用来描述该面型：M 为重现装置上的衍射级次；L 为凹形焦面的（正数）半径；$\cos(\alpha_0)$为入射光束与光栅平面夹角的余弦；$\cos(\beta_0)$为反射光束与光栅面夹角的余弦；λ_0为构造波长，在此波长上光栅将沿 β_0 角方向反射轴向光束。

光栅每微米的刻线频率为：

$$T = \frac{1}{\lambda_0}\left[\frac{L\cos\beta_0 - y}{\sqrt{y^2+L^2-2Ly\cos\beta_0}} - \frac{L\cos\alpha_0 - y}{\sqrt{y^2+L^2-2Ly\cos\alpha_0}}\right],$$

这里，y 在整个光栅面上变化。可变线间隔光栅使用 5 种面型参数，但不使用附加数据。

可变刻线距离光栅面型的参数定义

参数#	定义
1	M
2	L
3	cos (α_0)
4	cos (β_0)
5	λ_0

[Zernike Fringe 相位] (Zernike Fringe Phase)

Zernike Fringe 相位面具有与标准面面型（支持平面、球面、圆锥面）一致的基底外形，再加上由 Zernike Fringe 系数定义的附加相位项。该面矢高与标准面公式相同。当光线通过该面型时附加的相位项使光线发生偏离并增大光程。该面型非常适合于具有可测量干涉数据的系统像差建模，也可用于某些全息图 (Hologram) 和二元光学面 (Binary optics) 的建模。该面的相位定义为：

$$\Phi = \mathrm{M}\sum_{i=1}^{N} 2\pi A_i Z_i(\rho,\varphi)$$

这里，N 为级数中 Zernike 系数的个数，A_i为第i个 Zernike Fringe 多项式中的系数，ρ为归一化的径向光线坐标，φ为角向的光线坐标，M 是衍射级次。这里的 Zernike Fringe 多项式在“Zernike Fringe 系数”给出的表格中定义。OpticStudio 最多支持 37 项。系数A_i均为波长单位，一个波长对应2π弧度。请注意，面型的相位与波长无关，而 OpticStudio 考虑了基于被追迹波长的光程偏差。如果将“外插 (Extrapolate) ”标志设置为 0，则在归一化半径之外 Zernike 系数将被忽略；若设置为 1，则不管光线从表面何处入射，均考虑 Zernike 系数，即使入射光线位于归一化半径之外也不例外。

请注意，Zernike Fringe 相位面型描述了相位的变化（或是波前差），而不是直接描述表面的变形。如果你有表面变形形式的 Zernike 系数数据，该数据可用表面光度仪测出，请参阅“Zernike Fringe 矢高(Zernike Fringe Sag)”。另可参阅“Zernike Standard 矢高(Zernike Standard Sag) ”。

Zernike Fringe 相位面型的参数定义

参数#	定义
0	衍射级次
1	外插 (Extrapolate)
13	项数（最大 37）
14	归一化半径。坐标值通过该值归一化。

15-51	Zernike 多项式 1-37 的相应系数，以波长为单位。

“项数 (Number of terms) ”用于定义计算相位时使用的最大 Zernike 多项式的项数。提供此数据是为了加快光线追迹计算，忽略超过此数的项。

Zernike 多项式在单位圆上是正交的，因此归一化半径应设为系数数据归一化后的半径。Zernike 多项式在超出归一化半径后快速发散，因此应该特别注意在该半径外光线不应穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标志可以设为 0 以忽略超出归一化半径的 Zernike 项。

Zernike Fringe 相位系数符号规则 Zernike Fringe Phase coefficients sign conventions

请参阅“二元光学面 1 (Binary Optic 1)”中对符号规则的讨论

[Zernike Fringe 矢高] (Zernike Fringe Sag)

Zernike Fringe 矢高面是由与偶次非球面（支持平面、球面、圆锥面和多项式非球面）相同的多项式加上附加 Zernike Fringe 系数定义的非球面项组成。面矢高形式为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8} \alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，N 为级数中 Zernike 系数的个数，A_i是第i个 Zernike Fringe 多项式的系数，r 是径向的光线坐标，采用镜头单位。ρ为归一化的径向光线坐标，φ为角向的光线坐标。Zernike 项数使用参数 9 和 10 以偏离圆锥项和非球面项。Zernike Fringe 多项式由“Zernike Fringe 系数 (Zernike Fringe Coefficients) ”表格定义。OpticStudio 支持多达 37 项 Zernike 多项式。所有的A_i系数都为镜头单位，如毫米或英寸。系数α_i也是有单位的，且在“偶次非球面 (Even Asphere) ”一节中定义。如果“外插 (Extrapolate) ”标志设置为 0，则归一化半径外的 Zernike 项数都将被忽略。如果“外插 (Extrapolate) ”标志设置为 1，则无论光线从何处进入表面甚至在归一化半径外，都会考虑 Zernike 多项式。

请注意，Zernike Fringe 矢高面描述的是表面变形，而不是直接描述波前差。如果你有从干涉仪测量所得的以波长为单位的 OPD 形式表示的 Zernike 系数数据，可参阅“Zernike Fringe 相位 (Zernike Fringe Phase)”。另可参阅“Zernike Standard 矢高 (Zernike Standard Sag)”。

Zernike Fringe 矢高面型的参数定义

参数#	定义
0	外插
1-8	α1-α8
9	Zernike X 方向偏心，使用镜头单位
10	Zernike Y 方向偏心，使用镜头单位
13	项数（最大 37）
14	归一化半径。坐标值通过该值归一化。
15-51	Zernike 多项式 1 -37 的相应系数，使用镜头单位。

“项数 (Number of terms) ”用于定义计算表面矢高时使用的最大 Zernike 多项式项数。提供此数据是为了加快光线追迹计算，忽略超过此数的项。

Zernike 多项式在单位圆上是正交的，因此归一化半径应设为系数数据归一化后的半径。Zernike 多项式在超出归一化半径后快速发散，因此应该特别注意在该半径外光线不应穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标志可以设为 0 以忽略超出归一化半径的 Zernike 项。

[Zernike Standard 相位] (Zernike Standard Phase)

Zernike Standard 相位面具有与标准面面型（支持平面、球面、圆锥面）一致的基底外形，在加上 Zernike Standard 系数定义的附件相位项。面矢高与标准面的公式相同。当光线通过该面型时附加的相位项使光线发生偏离并增加光程。该面型非常适合于具有可测量干涉数据的系统像差建模。Zernike Standard 相位面也可用于某些全息图 (Hologram) 和二元光学面 (Binary optics) 的建模。面的相位定义为：

$$\Phi = M \sum_{i=1}^{N} 2\pi A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

这里，N 为级数中的 Zernike 系数的个数，A_i是第i个 Zernike Standard 多项式的系数，ρ为归一化的径向光线坐标，φ为以角向的光线坐标，M 为衍射级次。Zernike 多项式在“Zernike Standard 系数”表格中定义。OpticStudio 最多支持 231 项。系数A_i均以波长为单位。一个波长对应2π弧度。请注意，面型的相位与波长无关。而 OpticStudio 考虑了基于被追迹波长的光程偏差。如果将“外插 (Extrapolate) ”标记设置为 0，则归一化半径外的 Zernike 项数都将被忽略，如果将“外插 (Extrapolate) ”标记设置为 1，则无论光线从何处入射至表面，甚至在归一化半径外入射的光线都会被考虑。

请注意，Zernike Standard 相位面型描述了相位变化（或是波前差），而不是直接描述表面变形。如果你有表面变形形式的 Zernike 系数数据，该数据由表面光度仪所测出，请参阅“Zernike Standard

矢高”。

Zernike Standard 相位面型的参数定义

参数#	定义
0	衍射级次
1	外插 (Extrapolate)
13	项数（最大 231）
14	归一化半径。坐标值通过该值归一化。
15-245	Zernike 多项式 1-231 的相应系数，以波长为单位。

“项数”用于定义计算相位时使用的最大 Zernike 多项式项数。提供该数据是为了加快光线追迹计算，忽略超过该数的项。

Zernike 多项式在单位圆上是正交的，因此归一化半径应该设为系数数据归一化后的半径。Zernike 多项式在超出归一化半径后快速发散，因此应该特别注意在归一化半径外光线不穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标记可设置为 0 以忽略超出归一化半径的光线的 Zernike 项。

Zernike Standard 相位系数符号规则

请参阅“二元光学面 1 (Binary 1) ”中对符号规则的讨论。

导入 Zernike 系数数据

如果需要，可以在 OpticStudio 外部计算 Zernike 系数，并以正确的文本格式排列，使用表面属性的“导入”功能读取。正确的文本格式如下：

```
n
norm_rad
Z1
Z2
Z3
```

其中，n 为所使用的 Zernike 项数，norm_rad 为归一化半径，Z1-Zn 为所导入的各个 Zernike 系数项。文件需保存为 .DAT 扩展名，并保存在 Zemax/Objects/Grid Files 文件夹中。

[Zernike Standard 矢高] (Zernike Standard Sag)

Zernike Standard 矢高面是由与偶次非球面（支持平面、球面、圆锥面和多项式非球面）相同的多项式加上附加 Zernike Standard 系数定义的附加非球面项组成。面矢高的形式为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8} \alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

这里，N 为级数中 Zernike 系数的个数，A_i是第i个 Zernike Standard 多项式的系数，r 是径向的光线坐标，单位为镜头单位。ρ为归一化的径向光线坐标，φ为角向的光线坐标。Zernike 项数使用参数 9 和 10 以偏离圆锥项和非球面项。Zernike Standard 多项式在“Zernike Standard 系数”给出的表格中定义。OpticStudio 支持前 231 项 Zernike Standard 项。系数A_i均以波长为单位，如毫米、英寸等。系数α_i也是有单位的，且在“偶次非球面 (Even Asphere) ”一节中定义。如果“外插 (Extrapolate) ”标志设置为 0，则归一化半径外的 Zernike 项数都将被忽略。如果“外插 (Extrapolate) ”标志设置为 1，则无论光线从何处进入表面甚至在归一化半径外，都会考虑 Zernike 多项式。

请注意，Zernike Standard 矢高描述的是表面变形，而不是直接描述波前差。如果你有从干涉仪测量所得的以波长为单位的 OPD 形式表示的 Zernike 系数数据，请使用 Zernike Standard 相位面型。

Zernike Standard 矢高面型的参数定义

参数#	定义
0	外插
1-8	α1-α8
9	Zernike X 方向偏心，使用镜头单位
10	Zernike Y 方向偏心，使用镜头单位
13	项数（最大 231）
14	归一化半径。坐标值通过该值归一化。
15-245	Zernike 多项式 1-231 上的相应系数，使用镜头单位

“项数”用于指定计算表面矢高时使用的最大 Zernike 项数。提供该数可以加快光线追迹计算，忽略超过该数的项。

Zernike 多项式在单位圆上是正交的，因此归一化半径应该设为系数数据归一化后的半径。Zernike 多项式在超出归一化半径后快速发散，因此应该特别注意在归一化半径外光线不穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标记可设置为 0 以忽略超出归一化半

径的光线的 Zernike 项。

另请参阅 Zernike Standard 相位面型定义中的“导入 Zernike 系数数据 (Importing Zernike coefficient data) ”部分。

[Zernike Annular 相位] (Zernike Annular Phase)

Zernike Annular 相位面型具有与标准面面型（支持平面、球面、圆锥面）一致的基底外形，再加上由 Zernike Annular 系数定义的附加相位项。面矢高与标准面的公式相同。当光线通过该面型时附加的相位项使光线发生偏离并增加光程。该面型非常适合于具有可测量干涉数据的系统像差建模。Zernike Annular 相位面也可用于模拟某些全息图 (Hologram) 和二元光学面 (Binary optics) 。面的相位定义为：

$$\Phi = M \sum_{i=1}^{N} 2\pi A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

这里，N 为级数中的 Zernike 系数的个数，A_i是第i个 Zernike Standard 多项式的系数，ρ为归一化的径向光线坐标，φ为角向的光线坐标，M 为衍射级次。Zernike Annular 多项式在“Zernike Annular 系数”表格中定义。OpticStudio 最多支持 231 项。系数A_i均以波长为单位。一个波长对应2π弧度。请注意，面型的相位与波长无关。而 OpticStudio 考虑了基于被追迹波长的光程偏差。如果将“外插 (Extrapolate) ”标记设置为 0，则归一化半径外和遮光比定义的环形区域外的 Zernike 项数都将被忽略，如果将“外插 (Extrapolate) ”标记设置为 1，则在归一化半径外入射的光线会被考虑。无论“外插 (Extrapolate) ”标记如何设置，遮光半径以内的 Zernike 项数始终被忽略。遮光比是介于 0.0 和 1.0 之间无量纲数，用于定义相对于归一化半径的环形区域的大小。例如，如果归一化半径为 10.0，则遮光比为 0.3 是指定义从 3.0 至 10.0 单位内为相位项环形区域。

请注意，Zernike Annular 相位面型描述了相位变化（或是波前差），而不是直接描述表面变形。

Zernike Annular 相位面型的参数定义

参数#	定义
0	衍射级次
1	外插 (Extrapolate)
3	遮光 (Obscuration)
13	项数（最大 231）
14	归一化半径。坐标值通过该值归一化。
15-245	Zernike 多项式 1-231 的相应系数，以波长为单位。

“项数”用于指定计算表面矢高时使用的最大 Zernike 项数。提供该数可以加快光线追迹计算，忽略超过该数的项。当前 OpticStudio 将项数限制为 80 项。如果你需要更多项数，请通过 support@zemax.com 联系 OpticStudio 技术支持。

Zernike 多项式在单位圆上由遮光比定义的环形区域内正交，因此归一化半径应该设为系数数据归一化后的半径。Zernike 多项式在超出归一化半径和遮光比定义的环形区域后快速发散，因此应该特别注意在该区域外光线不穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标记可设置为 0 以忽略超出归一化半径的光线的 Zernike 项。

Zernike Annular 相位系数符号规则

请参阅“二元光学面 1 (Binary 1)”中对符号规则的讨论。

[Zernike Annular Standard 矢高] (Zernike Annular Standard Sag)

Zernike Annular Standard 矢高面是由与偶次非球面（支持平面、球面、圆锥面和多项式非球面）相同的多项式加上附加 Zernike Annular 系数定义的附加项组成。面矢高的形式为：

$$z = \frac{c\,r^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8} a_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho,\varphi,\varepsilon)$$

这里，N 为级数中 Zernike Annular 系数的个数，a_i为非球面多项式系数，A_i是第i个 Zernike Annular 多项式的系数，r 是径向的光线坐标，单位为镜头单位。ρ为归一化的径向光线坐标，φ为角向的光线坐标。ε 为遮光比。

如果将“外插 (Extrapolate) ”标记设置为 0，则归一化半径外和遮光比定义的环形区域外的 Zernike 项数都将被忽略，如果将“外插 (Extrapolate) ”标记设置为 1，则在归一化半径外入射的光线会被考虑。无论“外插 (Extrapolate) ”标记如何设置，遮光半径以内的 Zernike 项数始终被忽略。遮光比是介于 0.0 和 1.0 之间无量纲数，用于定义相对于归一化半径的环形区域的大小。例如，如果归一化半径为 10.0，则遮光比为 0.3 是指定义从 3.0 至 10.0 单位内为相位项环形区域。

请注意，Zernike Annular Standard 矢高面型描述了表面变形，而不是直接描述波前差。如果你有从干涉仪测量所得的以波长为单位的 OPD 形式表示的 Zernike 系数数据，请使用 Zernike Annular 相位面型。

Zernike Annular Standard 矢高面型的参数定义

参数#	定义
0	外插 (Extrapolate)
1-8	非球面系数（二阶至十六阶）
13	遮光 (Obscuration)
14	最大项数值。
15	归一化半径。坐标值通过该值归一化。
16-95	Zernike 多项式 1-80 的相应系数，使用镜头单位。

“项数”用于指定计算表面矢高时使用的最大 Zernike 项数。提供该数可以加快光线追迹计算，忽略超过该数的项。当前 OpticStudio 将项数限制为 80 项。如果你需要更多项数，请通过 support@zemax.com 联系 OpticStudio 技术支持。
Zernike 多项式在单位圆上由遮光比定义的环形区域内正交，因此归一化半径应该设为系数数据归一化后的半径。Zernike 多项式在超出归一化半径和遮光比定义的环形区域后快速发散，因此应该特别注意在该区域外光线不穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标记可设置为 0 以忽略超出归一化半径的光线的 Zernike 项。

[波带片] (Zone Plate)

该面型用于建模菲涅尔波带板 (Fresnel Zone Plate (FZP)) 。一个 FZP 包含一个折射面或反射面，在该面上切或刻有不同深度的环带。通常，沟槽的间隔与波长相比较大，因此 FZP 是完全折射而无衍射的装置。环带的不同刻度在光束的不同环带上引入微小的相位变化，其原因在于光束通过材料的光程发生了变化。

通过改变表面的局部深度来建模 FZP。忽视边缘效应，如光线与环带的边缘相交、边缘衍射。PZF 通过每一个环带的归一化光学厚度来定义。各环带的间隔由固定半径确定，最多可以定义 240 个环带。使用三个参数来定义环带：模式、Δr和参考波长λ_0。

如果模式是 0，则步长不是内插 (Interpolated) ，各环带具有固定的光学厚度。这将导致相位步长不连续，就像楼梯一样。如果模式为 1，则相邻环带间的光学厚度采用内插 (Interpolated) 的方法。尽管相位是连续的，环带边界处相位的一阶微分通常是不连续的。“Δr”是相邻环带间的半径步长，采用镜头单位。“参考波长 (reference wavelength) ”是用于归一化光学厚度的波长，以微米为单位。例如，如果 FZP 定义了一个折射率为 1.55 的材料与折射率为 1.00 的空气之间边界，且参考波长为 0.45 微米，那么 1 波长的光学厚度对应的沟槽深度为

$$T = \frac{\lambda_0}{n_2 - n_1} = \frac{0.45\mu}{0.55} = 0.818182\mu .$$

如果指定的光学厚度为 1.0，则这个厚度就是实际的沟槽深度。OpticStudio 为方便起见使用归一化的光学厚度。若想要指定一个在参考波长上引入半波相位的环带，只要输入 0.5 的光学厚度即可。在其它波长上，相位或大或小，取决于相邻两介质的色散。定义 n 个点的光学厚度，只要在附加数据文件的第一栏中指定Δr：用 r1,r2,r3…rn分开（请参阅“表面属性 (Surface Properties) ”对话框的“导入 (Import) ”部分），其它各项在附加数据文件的第 2 到 n+1 栏中定义。

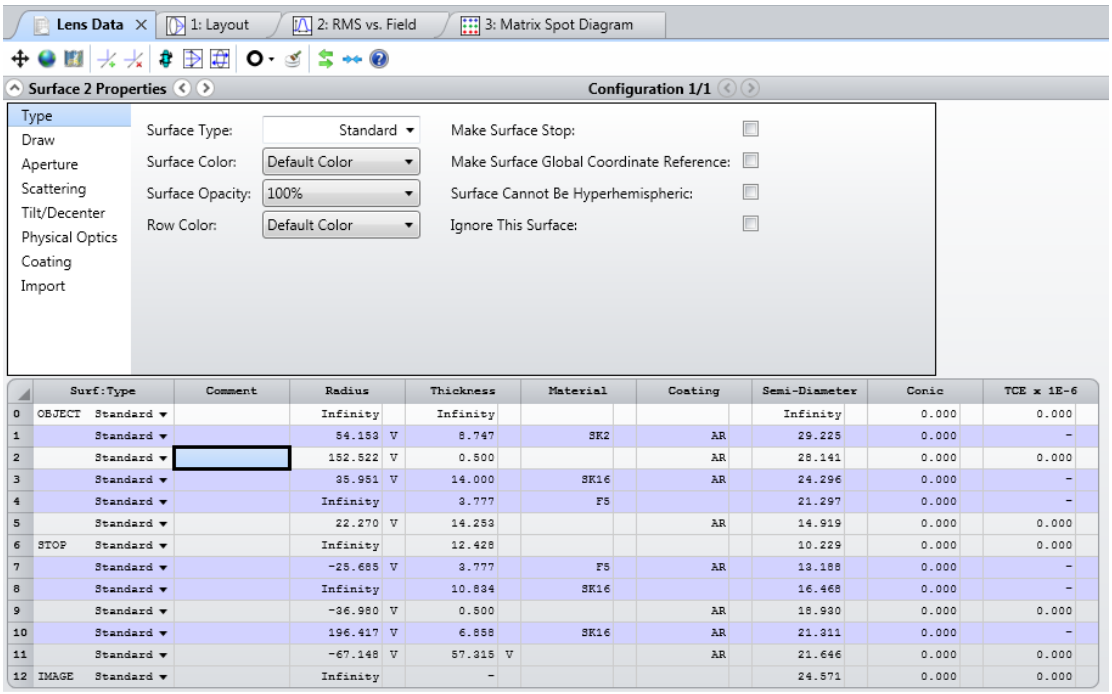
波带板面型的参数定义

参数#	定义
0	模式
1	Δr
3	参考波长
13	点数（最多 240）
14	在Δr 的光学厚度
15	在 2Δr 的光学厚度
16	在 3Δr 的光学厚度
n	在 (n-13) Δr 的光学厚度

[表面属性] (Surface Properties)

可以通过单击镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 上的“表面属性 (Surface Properties) ”栏中下拉箭头展开“表面属性”对话框。单击镜头数据编辑器的不同表面或者单击“表面属性”栏中左/右箭头可以更改该对话框中显示的表面属性。可以在该对话框中定义以下表面属性。

如果需要序列表面类型的列表，请参阅“序列表面（镜头数据编辑器） (Sequential Surfaces (len data editor)) ”。



[类型（表面属性）] (Type (surface properties))

表面类型选项在“表面属性”窗口的“类型（Type）”部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器（Lens Data Editor）上方“表面属性（Surface Properties）”栏中的下拉箭头访问表面属性。

[表面类型] (Surface Type)

OpticStudio 中可对平面，球面和圆锥面建模；所有这些表面类型组合都在标准面型的目录内。在“表面属性”对话框中显示了表面类型的列表，可从下拉列表中选择相应的表面类型。OpticStudio 除了标准面型外，还支持其它许多不同的表面类型。有关这些面型的详细说明，请参阅“序列表面（镜头数据编辑器）(Sequential Surfaces (lens date editor))”。

在许多光学设计中，一般只用标准面型。

如果表面类型选择“用户自定义（User Defined）”，则表面的形状和光线追迹将在一个链接到 OpticStudio 的外部程序中定义，这个外部程序称为动态链接库（Dynamic Link Library）或 DLL。该控件可以选择表面使用哪一 DLL。更多信息，请参阅“用户自定义”。如果表面类型为“幻灯片（Slide）”，则可将 BMP 图像文件（bitmap）应用到使用该控件选择的表面上。

[表面颜色] (Surface Color)

在默认情况下，在实体模型图 (Shaded Model Layout) 中，OpticStudio 用绿色绘制反射面，用蓝色绘制折射面和虚拟表面。在“配置选项 (Project Preferences) ”中的“颜色 (Color) ”设置可以任意选择实体模型图中表面绘制所用的颜色，且可以通过“设置 (Setup) ”菜单的“系统 (System) ”部分中的按钮来显示。

[表面的透明度] (Surface Opacity)

如果将透明度设置为 100%，则在实体模型图中表面将会单色渲染，从外观来看，该表面将会完全遮盖住其它表面。如果透明小于 100%，则表面是部分透明的，透过部分遮盖的表面可以看到其它表面。

[行颜色] (Row Color)

该控件可以选择在镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 中表面的行颜色，默认情况下，玻璃表面，坐标间断，反射镜和近轴镜头是被编辑为有颜色的。任何表面可使用无颜色，默认颜色，或用户自定义颜色。用户自定义颜色在“颜色 (Colors) ”部分加以描述。也可取消行的颜色，请参阅“配置选项 (Project Preferences) ”中“编辑器 (Editor) ”部分。可以将整个表格设置为默认颜色或不显示任何颜色，请参阅“菜单选项 (Menu Options) ”。

[使此表面为光阑] (Make Surface Stop)

系统孔径 (System Aperture) 关系到整个系统的 F/#，入瞳直径 (Entrance Pupil Diameter) ，数值孔径 (Numerical Aperture) 或光阑尺寸 (Stop Size) 。在特定的光学系统中，若已知该四个数值中的任何一个都足以定义其余三个的数值。系统孔径用来定义物方入瞳直径，用来入射所有光线。系统孔径始终是圆形的。光线经过各种表面口径入射后会发生渐晕。系统孔径只有一个，而表面口径则可能有多个。

光阑面可以是系统中除了物面和像面以外的任何表面。要改变光阑面，选择“类型 (Type) ”选项卡，然后单击“使此表面为光阑 (Make surface stop) ”复选框，并按“确定”即可。然后该对话框消失，同时该表面将显示”STO”，而不再显示表面编号。如果该表面是物面，像面或已经是光阑面，则该控件将显示为灰色。

定义光阑面的关键在于入瞳与物面同轴。要使该条件得到满足，必须确保将光学系统中的光阑面放置在任一坐标间断，孔径遮光偏心，全息，光栅以及其它可以改变光轴的光学组件之前。如果系统关于光轴旋转对称，则这一限制就不适用。只有对于用某些表面使得光轴倾斜或偏心的系统，光阑面需放置在上述任何表面之前。如果坐标间断面仅用在折叠反射系统中，那么即使光阑面放置在反射镜之后，OpticStudio 也可以正确计算入瞳的位置。

在某些特定系统中，不能将孔径光阑放置在坐标间断面之前。在这种情况下，必须使用光线瞄准。有关光线瞄准的知识，请参阅“光线瞄准 (Ray Aiming) ”。

[设为全局坐标参考面] (Make Surface Global Coordinate Reference)

可以在“表面属性 (Surface Properties) ”窗口的“类型 (Type) ”部分或“系统选项 (System Explorer) ”的“其他 (Miscellaneous) ”部分中指定全局坐标参考表面。

任意表面可以通过局部坐标的旋转和平移定义全局坐标。利用任意表面作为全局参考坐标，可计算得到其它任意表面的旋转矩阵和偏移向量。默认的全局参考面为 1，但可以选择其它任意表面。有两种特殊情况。一种特殊情况是当物面处于无穷远处时，则不能将表面 0 作为参考面。另一种特殊情况是不能将坐标间断表面设置为全局坐标参考面 (Global Coordinate Reference Surface) 。所选择的表面用于确定全局坐标系的原点位置和方向。该参考面也用于定义 3D 视图上多个变焦位置的重叠点。

更多有关信息请参阅“全局坐标参考面 (Global Coordinate Reference Surface) ”。

[表面不能是超半球面] (Surface Cannot Be Hyperhemispheric)

OpticStudio 通常会检测一个面是否必须为超半球面（表面继续超过最大径向半径并向所在球面的后顶点弯曲以填满多于半球的空间）以通过所有的光线。如果该选项被选中，则该表面是不允许变为超半球面。该开关应和浮动或环形孔径连用以便任何所需孔径外的光线渐晕。

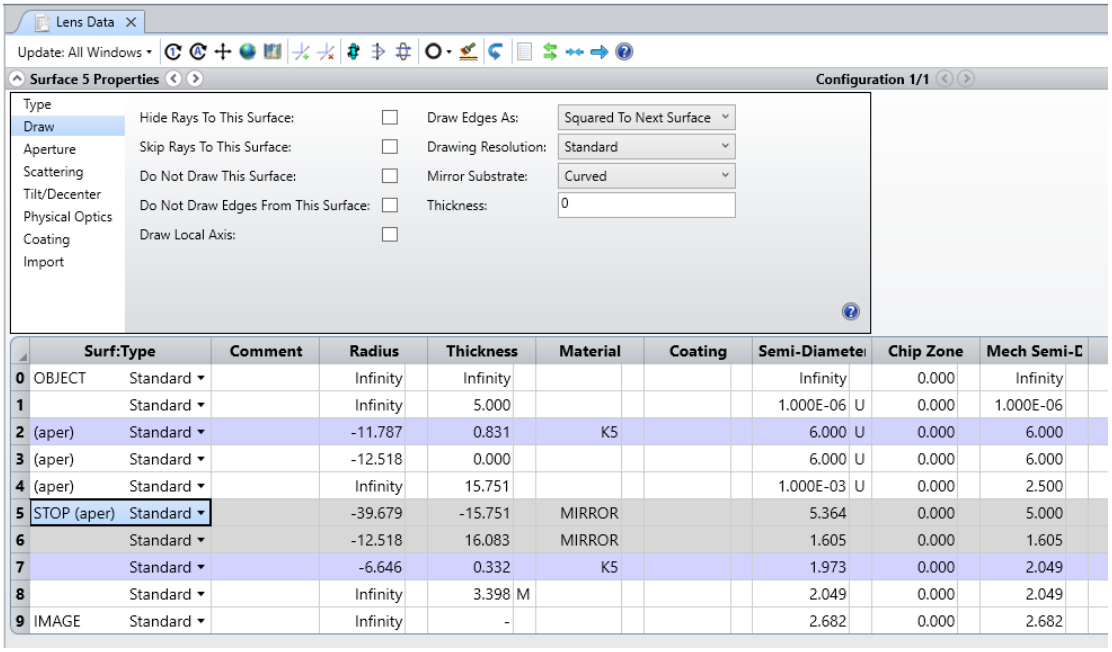
[忽略这个表面] (Ignore This Surface)

如果选中该选项，则该表面将会被忽略。光线追迹、分析、布局图、优化、公差和大多数其它功能的结果都将不会考虑该表面，就像该面已被删除。此功能的目的是完全忽略表面或一组表面，特别是多重结构镜头要求光线在某些结构中而不在其它结构中。使用多重结构操作数 IGNR 以改变每种结构的忽略表面设置。

当一个表面被忽略时，表面的所有特性都会被忽略，包括半径、厚度、玻璃、孔径、表面旋转和偏心、坐标间断数据和折射。然而，表面不是真的被删除了，因此不会对后续表面进行重新编号。被忽略的表面会保持其表面编号。有些功能是按照表面序号进行的，如点列图，它还可在被忽略的表面上计算出来。结果数据会用于其后接没有被忽略的表面。有些功能通过表面基准列出某个表面的文本数据，它们仍会列出被忽略表面的数据，但其后没有被忽略的表面的数据会把被忽略的表面当作被删掉一样。

[绘图（表面属性）] (Draw (Surface Properties))

可以在“表面属性 (Surface Properties) ”窗口的“绘图 (Draw) ”部分选择如何绘制表面的设置。可以通过单击镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 上方的“表面属性”栏中的下拉箭头访问表面属性。



	Surf:Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Semi-Diameter		Chip Zone	Mech Semi-D
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			Infinity		0.000	Infinity
1		Standard		Infinity	5.000			1.000E-06	U	0.000	1.000E-06
2	(aper)	Standard		-11.787	0.831	K5		6.000	U	0.000	6.000
3	(aper)	Standard		-12.518	0.000			6.000	U	0.000	6.000
4	(aper)	Standard		Infinity	15.751			1.000E-03	U	0.000	2.500
5	STOP (aper)	Standard		-39.679	-15.751	MIRROR		5.364		0.000	5.000
6		Standard		-12.518	16.083	MIRROR		1.605		0.000	1.605
7		Standard		-6.646	0.332	K5		1.973		0.000	2.049
8		Standard		Infinity	3.398	M		2.049		0.000	2.049
9	IMAGE	Standard		Infinity	-			2.682		0.000	2.682

[隐藏这个表面的光线] (Hide Ray To This Surface)

如果选中该选项，则在各类布局图中不会绘制出该表面的光线。有关在虚拟面上隐藏光线的其他类似方法的更多信息，请参阅下文的“光线忽略 (Skip ray) ”部分。

[光线忽略这个面] (Skip Ray To This Surface)

如果选中该选项，光线将跳过该表面。这意味着光线将从最后一个非坐标间断面起且该面的光线忽略未被选中，一直绘制到下一个非坐标间断面，并且该面的光线忽略未被选中。例如，如果表面 3、4、5 的“光线忽略”选项被选中，则光线将直接从表面 2 的坐标开始绘制到表面 6 的坐标，只要表面 2、6 不是坐标间断面。

光线忽略选项的目的是为了抑制光线射入虚拟面和从虚拟面出射。尽管这些在某些情况下很有用，但是如果忽略折射或衍射表面，则可能产生使人误解的布局图。因此，此项应只用于虚拟面。OpticStudio 不会检查或验证具有“忽略光线”选项的表面实际上是否为虚拟面，所以在使用此功能时要小心。

[不显示此表面] (Do Not Draw This Surface)

如果选中该选项，则该表面不会在布局图上绘制。

[不显示此表面的边缘] (Do Not Draw Edges From This Surface)

如果选中该选项，则从该表面到下一面的边缘将不会绘制出来。此功能使得某些系统中的视图更简洁，特别是对于在光学面之间使用液体或其他非空气介质的系统。

[显示局部坐标轴] (Draw Local Axis)

如果选中该选项，则在 3D 布局图上会绘制一个指示 Z 轴方向的箭头。箭头的大小由箭头的尺寸决定，请参阅“箭头尺寸 (Fletch Size) ”。

[边缘显示] (Draw Edges As)

该设置控制连接两个面的边缘在各个布局图和元件图上绘制情况。通常该设置仅用在由径向净口径或半直径定义的环形孔径表面上边缘的连接。在其它情况下，使用简单方法通常比该部分描述的方法更简洁，或者根本不绘制所有边缘。可用的选项描述如下：

[方形到下表面] (Squared To Next Surface) ：从当前较小的表面以放射状绘制出一平面到下一平面来配合较大表面的半径。表面的外边缘通过圆柱体成形以连接表面的外边缘。

[锥形到下表面] (Tapered To Next Surface) ：当前表面和下一表面通过单个锥状体连接。

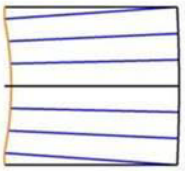
[平面到下表面] (Flat To Next Surface) ：当前表面边缘的绘制以当前口径半径作为半径绘制圆柱体并延伸到与下一表面的交点。

目前，3D 布局图、线框图、实体模型和立体模型图都不支持“平面到下表面 (Flat To Next Surface) ”的选项。可以使用“方形到下表面 (Squared To Next Surface) ”的方法来绘制已选择该设置的表面。

以下是三个简单单透镜这三种连接绘制选项的三个例子：

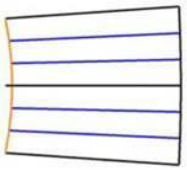
选项 1：表面 1：使用“方形到下表面”绘制表面边缘

	Surf:Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-Dia
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			0.00000	0.00000	0.00000
1	STOP (aper)	Standard		-20.00000	10.00...	N-BK7		4.00000 U	0.00000	4.71410
2		Standard		-100.00000	26.95...			4.71410	0.00000	4.71410
3	IMAGE	Standard		Infinity	-			6.90405	0.00000	6.90405



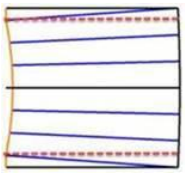
选项 2：表面 1：使用“锥形到下表面”绘制表面边缘

	Surf:Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-Dia
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			0.00000	0.00000	0.00000
1	STOP (aper)	Standard		-20.00000	10.00...	N-BK7		4.00000 U	0.00000	4.00000
2		Standard		-100.00000	26.95...			4.71410	0.00000	4.71410
3	IMAGE	Standard		Infinity	-			6.90405	0.00000	6.90405



选项 3：表面 1：使用“平面到下表面”绘制表面边缘

	Surf:Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-Dia
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			0.00000	0.00000	0.00000
1	STOP (aper)	Standard		-20.00000	10.00...	N-BK7		4.00000 U	0.00000	4.00000
2		Standard		-100.00000	26.95...			4.71410	0.00000	4.71410
3	IMAGE	Standard		Infinity	-			6.90405	0.00000	6.90405



[绘制精度] (Draw Resolution)

该设置控制在布局图和实体模型图中渲染表面的分辨率精度。选项有标准、中、高和精密 (Standard, Medium, High and Presentation) 。请注意，该设置可用于所有表面，甚至在其可能不太适用的情况。此外，由于透镜的前表面设置可能影响后表面-反之亦然，所以建议在可能的情况下，透镜的前后表面都指定相同的设置。

[镜面基底和厚度] (Mirror Substrate and Thickness)

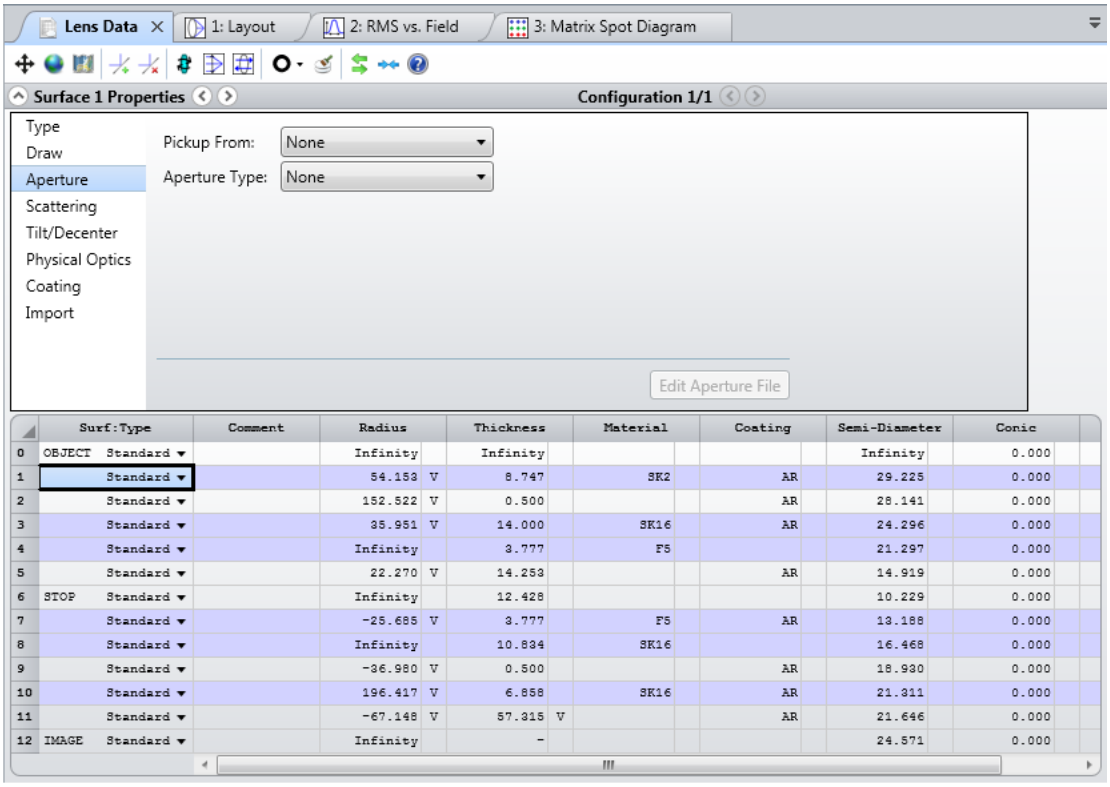
玻璃类型为“反射镜 (Mirror) ”的序列表面可以绘制成为薄面或者一个有基底的实体。基底的后表面可以是与局部 Z 轴垂直的平面，或是一个沿着实际镜面轮廓线的曲面。基底的厚度在表面的顶点处沿着局部 Z 轴测量，即使表面孔径是偏心或者用户定义也是如此。OpticStudio 通过连接镜面和基底背面绘制基底边缘。所有的布局图均支持所有的表面和孔径类型。

默认情况下，Zemax 将镜面基底的背面绘制为曲面，厚度为表面净口径的 4%或 0.5 个透镜单位（如果净口径为零）。如果将“镜面基底厚度 (Mirror Substrate Thickness) ”参数设置为零，则将使用默认厚度。

在某些（不是全部）结构中，镜面基底将不会绘制在镜面上。同样地，镜面基底也不会只绘制在被特定设置结构的镜面上。此外，也不会在任何结构中为 Margin 镜（玻璃背面为基底的镜面）的表面绘制镜面基底。要在某些结构（而不是其它）中绘制，可以使用多重结构操作数 IGNR 以忽视镜面表面而不是用 GLSS 将此表面从镜面改为玻璃或者空气。请参阅“添加和删除元件 (Adding and removing elements) ”。

[孔径（表面属性）] (Aperture (surface properties))

可以在“表面属性（Surface Properties）”窗口中的“孔径（Aperture）”部分中设置每个表面的孔径数据。可以通过单击镜头数据编辑器（Lens Data Editor）上“表面属性”栏中的下拉箭头访问表面属性。



	Surf:Type	Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Semi-Diameter	Conic
0	OBJECT Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.000
1	Standard		54.153 V	8.747	SK2	AR	29.225	0.000
2	Standard		152.522 V	0.500		AR	28.141	0.000
3	Standard		35.951 V	14.000	SK16	AR	24.296	0.000
4	Standard		Infinity	3.777	F5		21.297	0.000
5	Standard		22.270 V	14.253		AR	14.919	0.000
6	STOP Standard		Infinity	12.428			10.229	0.000
7	Standard		-25.685 V	3.777	F5	AR	13.188	0.000
8	Standard		Infinity	10.834	SK16		16.468	0.000
9	Standard		-36.980 V	0.500		AR	18.930	0.000
10	Standard		196.417 V	6.858	SK16	AR	21.311	0.000
11	Standard		-67.148 V	57.315 V		AR	21.646	0.000
12	IMAGE Standard		Infinity	-			24.571	0.000

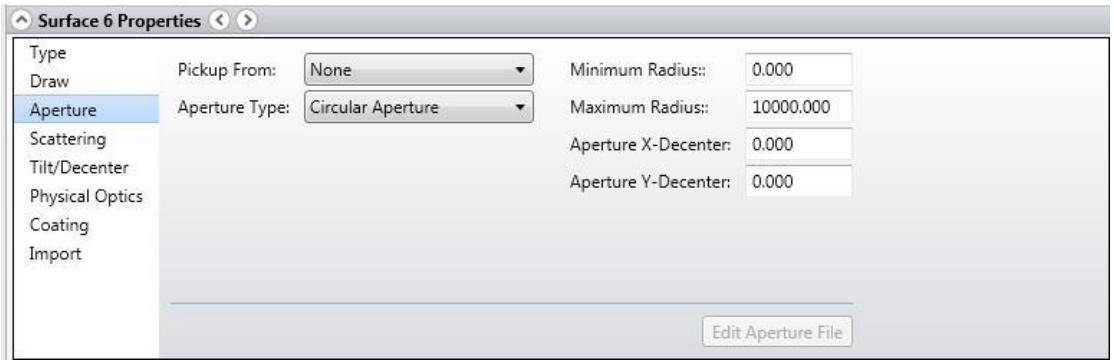
表面孔径用于处理渐晕的影响。孔径和遮光类型分别用于定义通过或遮拦光线的区域。可以在指定光学元件上通过在所需位置插入厚度为零的虚拟面来描述多个孔径，然后在该表面上设置其它孔径。这对于构造复杂的孔径是非常有用的。此外，还可以在单个表面使用用户自定义孔径和遮光功能同时定义多个孔径和遮光，请查阅“用户自定义孔径和遮光（User defined apertures and obscurations）”。

请注意，尽管在序列模式下允许执行此操作，但是定义表面孔径的范围超过了表面的净口径或半直径是没有任何实际意义的。为此，如果表面孔径定义超过了表面的净口径或半直径，则在系统视图图中可能无法正确绘制它。

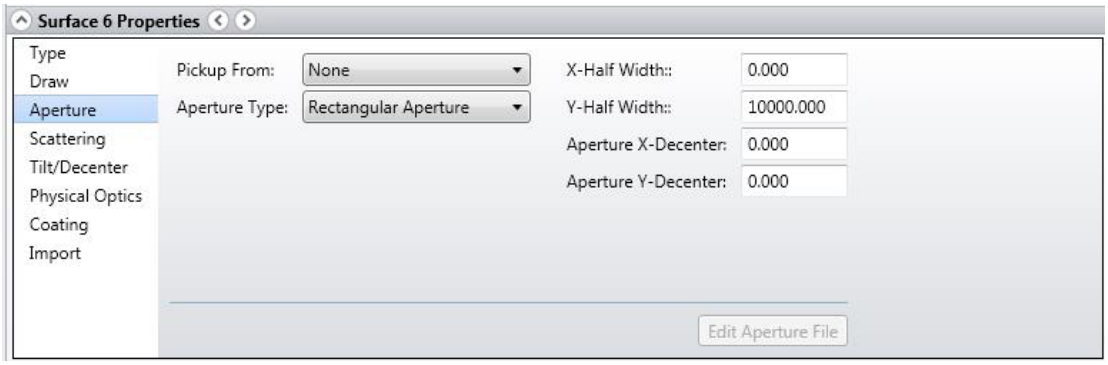
[孔径类型]（Aperture Type）

[无]（None） 当选择“无”（默认）孔径类型时，所有可被表面折射或反射的光线都可以通过。要将所有的孔径清除默认的状态，或者该面当前孔径类型，选择其它孔径类型即可。

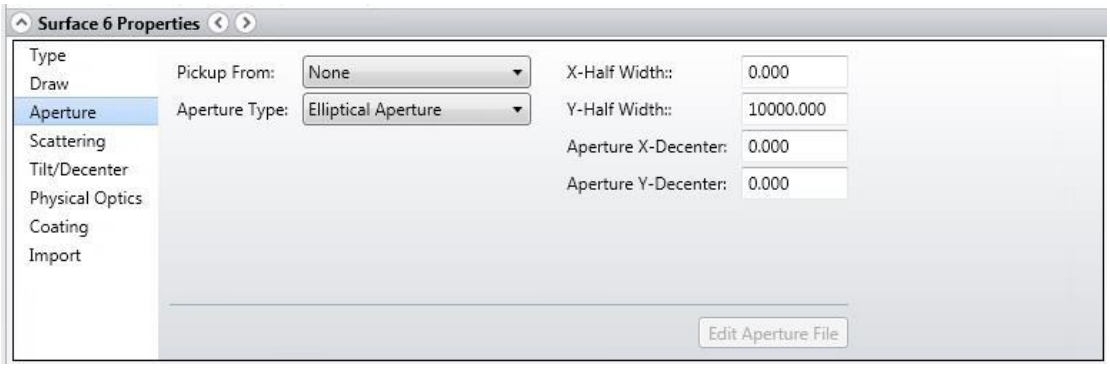
[环形孔径/遮光] (Circular Aperture/Obscuration) 环形孔径是定义可以遮拦最小半径以内和最大半径以外的到达表面的光线的一个环形区域。如果光线在最小半径和最大半径之间，则允许光线通过。而环形遮光恰好与之相反。



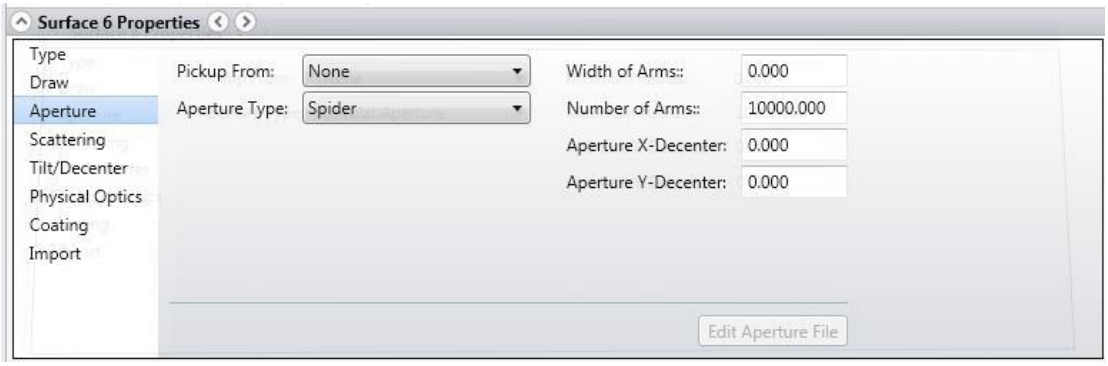
[矩形孔径/遮光] (Retacngular Aperture/Obscuration) 矩形孔径是可以遮住矩形区域以外的到达表面的光线的一个矩形区域，此区域按在 X 和 Y 坐标中的半宽定义。矩形遮光恰好与之相反。



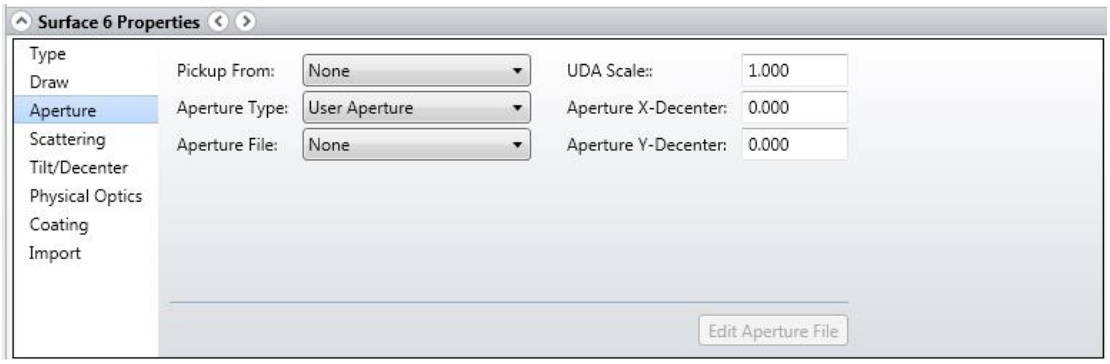
[椭圆孔径/遮光] (Elliptical Aperture/Obscuration) 椭圆形孔径是可以遮住椭圆以外到达表面的光线的一个椭圆形区域，此区域按在 X 和 Y 坐标中的半宽定义。椭圆形遮光恰好与之相反。



[三角形] (Spider) 三角形是由每个臂的宽度和臂的个数定义的。OpticStudio 假设所有的臂的宽度相同，并且以相等的径向角度延伸。第一臂从径向零度开始，即沿局部正 X 轴方向。更复杂的三角形可以由在毗邻的虚拟表面上由不同宽度、不等角度的臂构成。可以使用坐标间断面将三角形旋转到所需的任何角度。



[用户孔径/遮光] (User Defined Aperture/Obscuration) OpticStudio 支持通过一系列线段、弧、圆、多边形和矩形定义常规的用户指定孔径。孔径可以是以简单或复杂的方式闭合，并且可以定义多个孔径区域，这些区域为嵌套或非嵌套式。要定义用户自定义孔径或遮光，则从孔径类型列表选择所需的类型（孔径或遮光）。“孔径文件 (Aperture File) ”控件将列出所有可用的用户自定义孔径 (User define aperture (UDA)) 数据文件。



UDA 文件是文本格式的，可以用任何的文本编辑器创建和编辑。UDA 文件存储在 <objects>/Apertures 文件夹（请参阅“文件夹 (Folders) ”）中。按钮“编辑孔径文件 (Edit Aperture File) ”将会调用一个文本编辑器让用户编辑选定的 UDA 文件。UDA 文件需要保存，并更新镜头文件以便使该改变生效。UDA 缩放 (UDA Scale) 是一个无量纲比例因子，用于将 UDA 文件中定义的孔径值缩放。该控件无需修改 UDA 文件就可以缩放 UDA 中的孔径。详情请参阅下一部分中的“用户自定义孔径和遮光 (User defined apertures and obscurations) ”。

[浮动孔径] (Floating Aperture) 浮动孔径与环形孔径类似，只是浮动孔径的最小半径总是为零而最大半径总是等于表面的净口径或半直径。由于 OpticStudio（在自动模式 (Automatic mode) 下时）

可以调整表面净口径或半直径的值，因此孔径的值随着净口径或半直径值“浮动”。当宏指令或外部程序使用 OpticStudio 追迹默认净口径或半直径以外的光线时，浮动孔径是很有用的，它可以将这些光线渐晕掉。

[孔径偏心和拾取] (Aperture and pickups)

通过输入 X-偏心和 Y-偏心或 X、Y 偏移同时偏心的方法，所有类型的孔径都可以偏离当前的光轴。偏心以镜头单位为单位。如果在多个表面上采用相同的孔径，则孔径的“拾取 (Pickup From) ”是一项非常有用的功能。可以从先前的任何表面拾取所需的孔径。

[非平面上的孔径投影] (Aperture projection on non-plane surface)

所有孔径都是由顶点的子午面向光学表面投影进行建模的。实际光线与表面交点的 X,Y 坐标用来决定渐晕，Z 坐标忽略。如果将孔径放在光学表面前的虚拟表面上，而不是直接放在曲面上，则对陡峭的光学表面，可能会计算出不同的结果。只有在光线入射角很陡峭时才会发生这种情况。除非虚拟表面能更精确地代表系统的情况，通常最好将孔径直接放置在光学表面上。

[孔径类型代码和参数] (Aperture Type Codes and Parameters)

不同类型的孔径可以为不同的目的使用两个可用参数，如下表中所述。有关 ZPL 宏语言使用的代码，详情请参阅“设置表面属性 (SETSURFACEPROPERTY,SURP) ”。

孔径类型、代码和参数用法

孔径类型和代码	参数 1	参数 2
无，0	-	-
环形孔径，1	最小孔径半径	最大孔径半径
环形遮光，2	最小孔径半径	最大孔径半径
三角形，3	每个三角形臂的宽度	三角形臂数
矩形孔径，4	X-半宽	Y-半宽
矩形遮光，5	X-半宽	Y-半宽
椭圆孔径，6	X-半宽	Y-半宽
椭圆遮光，7	X-半宽	Y-半宽
用户孔径，8	-	-
用户遮光，9	-	-
浮动孔径，10	-	-

[用户自定义孔径和遮光] (User Defined Apertures and Obscurations)

大部分情况下使用环形、矩形、椭圆孔径和遮光就足够了。然而，有时需要一个更通用的孔径类型。

OpticStudio 支持通过一系列线段、弧、圆、多边形和矩形定义常规的用户指定孔径。孔径可以是以简单或复杂的方式闭合，并且可以定义多个孔径区域，这些区域为嵌套或非嵌套式。要定义用户自定义孔径或遮光，则从孔径类型列表选择所需的类型（孔径或遮光）。“孔径文件 (Aperture File) ”控件将列出所有可用的用户自定义孔径 (User defined aperture (UDA)) 数据文件。UDA 文件是文本格式的，可以用任何的文本编辑器创建和编辑。UDA 文件存储在<objects>/Apertures 文件夹（请参阅“文件夹 (Folders) ”）中。UDC 文件格式将在下一部分中介绍。

按钮“编辑孔径文件 (Edit Aperture File) ”将会调用一个文本编辑器让用户编辑 UDA 文件。UDA 文件需要保存，并更新镜头文件以便使该改变生效。UDA 缩放 (UDA Scale)是一个无量纲比例因子，用于将 UDA 文件中定义的孔径值缩放。该控件无需修过 UDA 文件就可以缩放 UDA 中的孔径。

[UDC 文件格式] (The UDC file format)

UDC 文件由一系列简单的文本命令组成，这些文本命令定义了孔径的边界形状。这些单独的形状称为实体。所有的 UDA 实体都被定义为在 XY 平面上。Z 坐标由加载了 UDA 的表面矢高方程式确定。用于定义实体的命令包含三个字母助记符并跟随数值，以 UDA 扩展名保存在文本文件中。文件名不能包含任何空格。

在实体定义中，所有空间坐标都以镜头单位为单位，且所有角度都以度为单位。在下表中描述了现有的实体类型。

用户自定义孔径（UDA）实体

实体名称/语法	描述

ARC cx cy angle n	弧线。将一段弧线附加到当前端点。弧线的起点为当前端点，由前面的 ARC 或 LIN 命令定义。cx 和 cy 值为弧线所在圆的中心。请注意，当前端点与 cx 和 cy 值定义弧线的半径。角度（以度为单位）定义弧长。在 XY 平面上顺时针方向为正角度。OpticStudio 内部将弧线表示为一系列线段。参数 n 确定了为近似弧线所使用的线段数。推荐值为大约每 6 度为 1 段。最大允许值为 64 段。
BRK	中断。中断当前孔径定义，闭合任何先前定义的孔径。输入坐标： 0.0 0.0 或 LIN 0.0 0.0 也将被解释为中断。
CIR cx cy radius n	圆。定义一个中心位于 cx，cy 上，具有指定半径的圆。OpticStudio 将圆绘制为一系列的 n 段线段。n 的最小值为 8。n 的最大值为 64。如果 n 没有定义，则默认值为 32。实际应用到光线的孔径是一个精确圆，与 n 值无关。
ELI cx cy rx ry angle n	椭圆。定义一个中心位于 cx，cy 的椭圆，在 x 和 y 方向具有指定径向（半）宽度。OpticStudio 将椭圆绘制为一系列的 n 段线段。n 的最小值为 8。n 的最大值为 64。如果 n 没有定义，则默认值为 32。实际应用到光线的孔径是一个精确椭圆，与 n 值无关。 参数“角度”（以度为单位）可用于将椭圆顺时针旋转到任何所需的位置。
LIN x y n or x y	直线。将线段从当前端点附加到指定的 x，y 坐标。使用 BRK 关闭一个由 LIN 命令形成的多边形。OpticStudio 选择性将直线表示为一系列更短的线段，这在当直线位于陡峭的轮廓线时很有用。参数 n 确定为了构造总线所使用的线段数。如果 n 没有定义，则使用 1 段线段。 助记符 LIN 不是必须的；如果列出的两个坐标都没有助记符，则 LIN 被假设。这可以向前兼容 OpticStudio 的旧版本。

POL cx cy radius n angle	多边形。定义一个中心位于 cx，cy 上的“n”边正多边形，每个顶点到中心点具有指定的径向距离。POL 命令可用来定义三角面、正方形、五边形、六边形和其它等边的多边形。多边形的第一点始于角度 0.0 度（沿局部+x 轴），并从此位置顺时针方向转动。参数“角度”（以度为单位）可用于将多边形旋转到任何所需的位置。允许的最大段数为 64，允许的最小段数为 3。
REC cx cy xhw yhw angle nx ny	矩形。定义一个中心位于 cx，cy 上的矩形，在 x 和 y 方向具有指定半宽。参数“角度”（以度为单位）可将矩形顺时针方向旋转到任何所需的位置。可选参数 nx 和 ny 定义将要在 x 和 y 方向使用的段数。使用数量较多的线段可以更好地渲染在矩形孔径上陡峭弯曲的 NSC 物面。
! comment	注释。忽略任何以 ! 符号为开头的行，并且可作为注释放置在 UDA 文件中。

多边形的结束通过 BRK 实体或 LIN 实体且同时将 X 和 Y 设为零来指定。因此，不能定义多边形具有位于（0,0）处的顶点，或者位于在原点坐标 1.0E-06 阶的公差距离内。如果必须在(0,0）处定义顶点，解决的方法是用一些非常小（但大于公差）的值来近似这些点，如(1.0E-05,0）。只要有一个坐标不为零，则这个点就被认为是一个顶点而不是多边形结束的标志。最后列出的多边形顶点会被连接到第一个点。请注意，由于最后的顶点将会自动接连到第一个顶点，因此不可以将最后的顶点定义为与第一点相同，这是多余的顶点。在同一个位置的四舍五入误差内定义多个点可能会导致在光学追迹和孔径渲染中出现错误。

请注意，当实体 LIN 和 ARC 定义以 BRK 定义多边形的结束时，UDA 的实体 REC 和 CIR 定义的“孤立”孔径不能连接到任何其它孔径实体。当使用 LIN 和 ARC 实体时，应将第一个实体定义为 LIN，用于定义多边形的第一个点。可以通过 BRK 实体分别定义多个孔径。

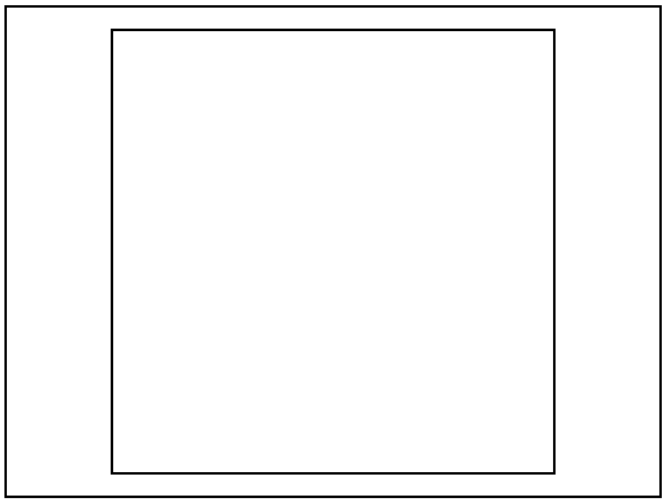
在 UDA 文件中定义的最大线段数仅受限于可用内存。但是，在使用非常复杂的 UDA 数据文件时，光线追迹和渲染表面和物体的速度较慢。有关 UDA 示例，请参阅以下部分。

UDA 示例

定义一个边长为 20 镜头单位的正方形，它的 UDA 文件如下所示：

```
LIN -10, -10
LIN -10, 10
```

LIN 10, 10
LIN 10, -10
BRK



注意，BRK 表示多边形定义的结束，假设最后一个点与第一个点连接，从而定义正方形的最后一条边。可以使用单个 REC 命令定义与此相同类型的孔径：

REC 0 0 10 10 0

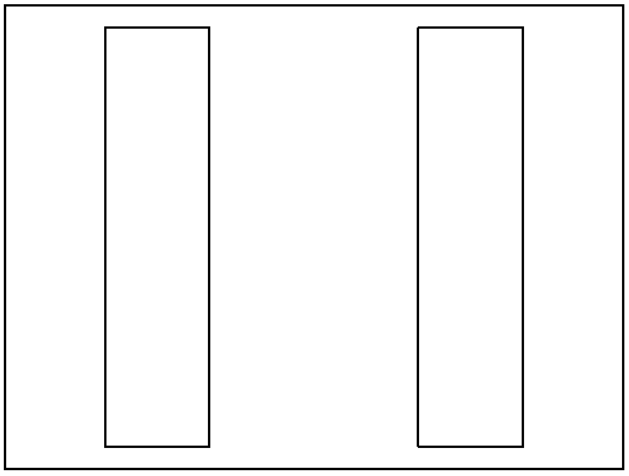
注意，REC 命令不要求 BRK 命令定义孔径的结束。

多个多边形可以通过单个 BRK 命令分开定义。例如，要定义一个由两个狭缝组成的孔径，宽度为 5 镜头单位，且内侧间距 10 镜头单位，UDA 文件如下：

LIN -10, -10
LIN -10, 10
LIN -5, 10
LIN -5, -10
BRK
LIN 10, -10
LIN 10, 10
LIN 5, 10
LIN 5, -10
BRK

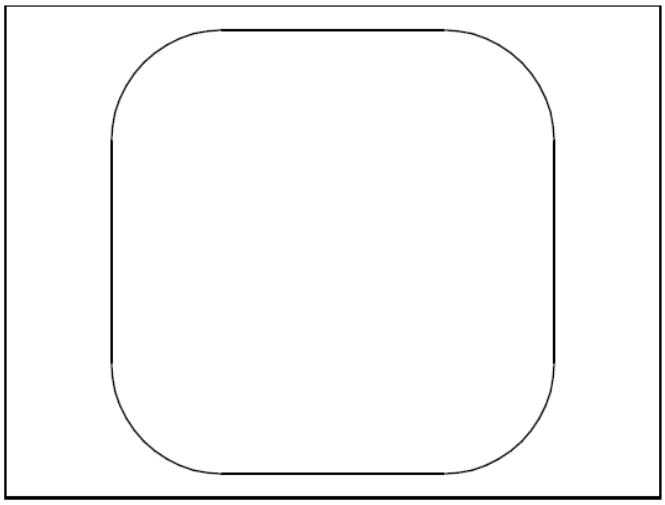
或者，相当于如下

REC -7.5 0 2.5 10 0
REC +7.5 0 2.5 10 0



要创建一个具有圆角的正方形，则可以同时使用 ARC 和 LIN 命令。以下是创建该正方形的 UDA 文件，每条边长为 4 镜头单位，且具有圆角。每个圆角由 ARC 与 1 镜头单位的半径和沿弧线的 12 段线段组成。

```
LIN -1 2
LIN 1 2
ARC 1 1 90 12
LIN 2 -1
ARC 1 -1 90 12
LIN -1 -2
ARC -1 -1 90 12
LIN -2 1
ARC -1 1 90 12
```



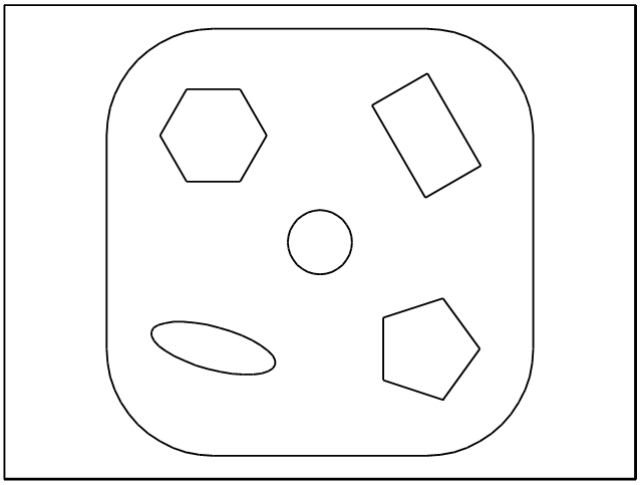
第一个 LIN 命令定义了左上角附近的起点。随后命令定义了该孔径的 8 个部分。注意，如果只定义单个孔径，则不需要 BRK 命令。

多个多边形也可以是嵌套的。如果光线与位于另一个多边形内的多边形中的点相交，则将该点视为在孔径外部。这项约定就可以在孔径内定义成遮光的“孤岛”，反之亦然。嵌套的层数可以是任意多的，每层紧接着点的内部/外部状态。

请注意，当定义多个多边形时，这些多边形可以时分开的或嵌套的。但是，它们都不能与相邻边界相交或共享。

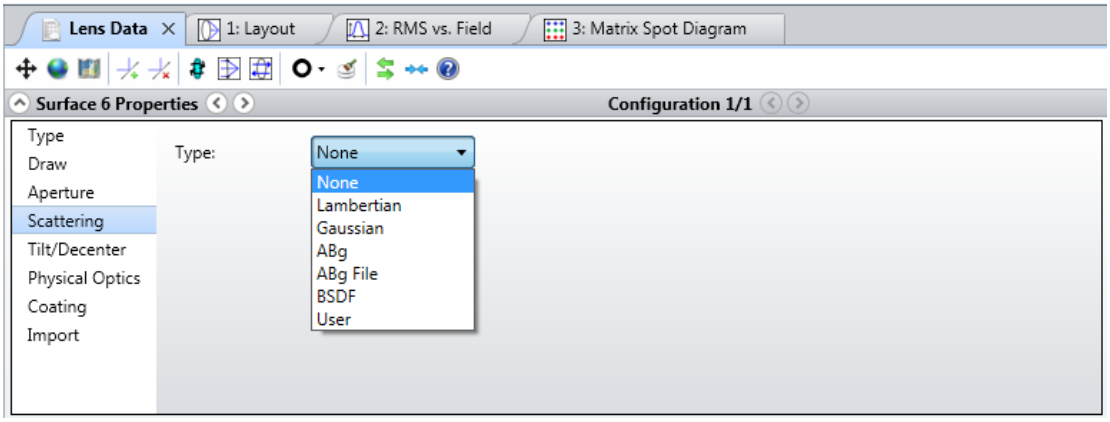
以下是具有前面示例中具有圆角的正方形 UDA 文件，其中内部嵌套了 5 个小子孔径：五边形、六边形、椭圆形、矩形和圆形。注意，不需要执行 BRK 命令来将 REC、ELI、POL 和 CIR 实体与 ARC 和 LIN 实体隔开，因为 REC、ELI、POL 和 CIR 都可定义独立孔径：

```
LIN -1 2
LIN 1 2
ARC 1 1 90 12
LIN 2 -1
ARC 1 -1 90 12
LIN -1 -2
ARC -1 -1 90 12
LIN -2 1
ARC -1 1 90 12
REC 1 1 .3 .5 -30
ELI -1 -1 .6 .2 15
POL 1 -1 .5 5 0
POL -1 1 .5 6 0
CIR 0 0 .3
```



[散射（表面属性）] (Surface properties)

散射选项在“表面属性 (Surface Properties) ”窗口的“散射 (Scattering) ”部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 上 “表面属性 (Surface Properties) ”栏中的下拉箭头访问表面属性。



通常，对于高度抛光的光学表面，在其表面折射或反射光方向周围的一个小的、近似圆锥角内都存在有少量的散射光。表面散射属性用于对此少量的散射光进行建模，分析散射对 MTF 或其它质量测量的影响。在 OpticsStudio 中，通过随机偏离一部分或所有光线的折射或反射角度对散射进行建模。

在 OpticStudio 中有两种完全不同的建模散射的方法：序列的和非序列的。

对于序列建模，散射时假设光线的角度偏离量很小。主要影响是在像面上点列图或光斑图样的“模糊”。序列散射不能用来对向后散射、广角散射（如朗伯 (Lambertian) ）或其它光线没有严格地沿着序列的路径到达像面的散射进行建模。

对于非序列建模，可在任何角度范围发生散射，并且无论光线传播的方向怎样都可以正确追迹光线。非序列建模在需要对不是序列光路中的表面散射进行模拟时是较好的选择，如透镜卡座、挡板或其他物体的散射。有关这种散射建模方法的详细信息，请参阅“设置 (Setup) ”选项卡帮助文件的“非序列元件编辑器 (Non-Sequential Components Editor) ”部分下的“NSC 光线追迹 (NSC Ray Tracing) ”。如果系统为序列模式且唯一感兴趣的散射是光学表面的小规模粗糙度的小角度散射，并且只需要对因散射而导致像质变差进行分析时，则没必要使用 OpticStudio 的非序列组件功能对散射进行建模。

[散射类型] (Scattering Types)

散射模型依据概率分布函数来定义。当在 OpticStudio 中发生光线散射时，光线将选择新的传播方

向。该方向由概率函数以及一个或多个随机数来共同决定。有效效应为，如果追迹了多条光线，则所得散射光线分布将接近概率分布函数。有七个散射模型可用：无、朗伯 (Lambertian) 、高斯 (Gaussian) 、ABg、ABg 文件、BSDF 和用户自定义。以下概述了每个可用的散射模型，但是有关详细的技术说明，请参阅“散射 (Scattering) ”。

[无] (None) 默认散射模型为“无”，这意味着不发生散射。所得光线名为非散射光或“反射光线”（即使实际表面并非反射性质）。双向散射分布函数 (Bi-Directional Scatter Distribution Function (BSDF)) ，即每单位入射辐照度的散射辐射率为零。

[朗伯] (Lambertian) 在朗伯散射模型中，散射光线投影矢量在单位圆上的任何地方都具有相同概率，而 BSDF 刚好为 1/π。散射强度与法向矢量和散射光之间所成角度的余弦成比例关系。请注意，朗伯散射与光线入射角无关。大多数漫反射表面近似朗伯模型。尽管在序列表面对话框上，朗伯是有效的选项，但使用该散射模型的光线可以在任何方向进行传播，这可能导致光线以很大的角度散射，从而导致光线在剩余光学系统中不能正确地传播。

[高斯] (Guassian) 在高斯散射模型中，无论镜面反射光线相对于表面法线成什么角度，散射分布在方向余弦空间内是旋转对称的。BSDF 表达式（请参阅“散射 (Scattering) ”）包含无量纲值 σ，该值确定了投影平面上高斯分布的宽度。大于 5.0 左右的值将得到近似朗伯的 BSDF。因此，允许的 σ 最大值为 5.0。

[ABg 模型] (ABg Model) ABg 模型是一种广泛用于定义 BSDF 的方法。当散射主要源自于随机各向同性表面粗糙度且该粗糙度和所散射的光波长相比较小时，该散射模型为总体良好的模型。这些假设通常对抛光的光学表面有效。有关详细的技术说明，请参阅“散射 (Scattering) ”。

[ABg 文件] (ABg File) ABg 文件散射模型通过 ABg 配置文件的总和定义表面的散射属性。在文本文件中指定了要使用的配置文件。文本文件必须为.ABGF 扩展名并且必须位于<data>\ABg_Data 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。ABGF 文件中指定的所有配置文件必须在当前加载的 ABg 数据文件 (ABg Data File) 中定义（参阅“ABg 数据文件 (ABg Data File) ”），并且所有配置文件必须使用大写字母定义（不考虑 ABg 数据文件中配置文件名称的大小写）。

[**BSDF**] BSDF 散射模型可使用 BSDF 数据表格来定义表面的散射属性。数据通过文本文件提供。文件必须遵照标题为“BSDF 数据交换文件格式规定 (BSDF Date Interchange File Format Specification) ”的文章中所述的 BSDF 数据交换文件格式，该文章可在 OpticStudio 知识库 (OpticStudio Knowlegde Base) 中可找到。OpticStudio 中允许为反射和折射定义分别的 BSDF 数据。如果反射光线发生反射或折射，则光线随后使用适用的输入文件数据散射。对于为用于此散射模型提供的文件，必须具有.BSDF 扩展名（如介绍文件格式的文章所示），并且必须位于<data>\Scatterdata 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。标题为“如何使用表格数据定义表面散射分布 (How to Use Tabular Data to Define the Surface Scattering Distribution) ”的知识库文章中已提供

有关此模型以及其用途的完整描述，OpticStudio 网站也提供了此文章。

[用户自定义散射] (User Defined Scattering) 完全常规的表面散射可以通过动态链接库 (Dynamic Link Library (DLL)) 这一外部程序进行定义。OpticStudio 中随附提供了示例 DLL，并带有源代码。可以使用适合的编译器轻松创建新的 DLL。有关详细说明，另请参阅“关于 DLL 的注解 (Comments about DLLs) ”和“散射-用户自定义散射 (Scattering-User Defined Scattering) ”。

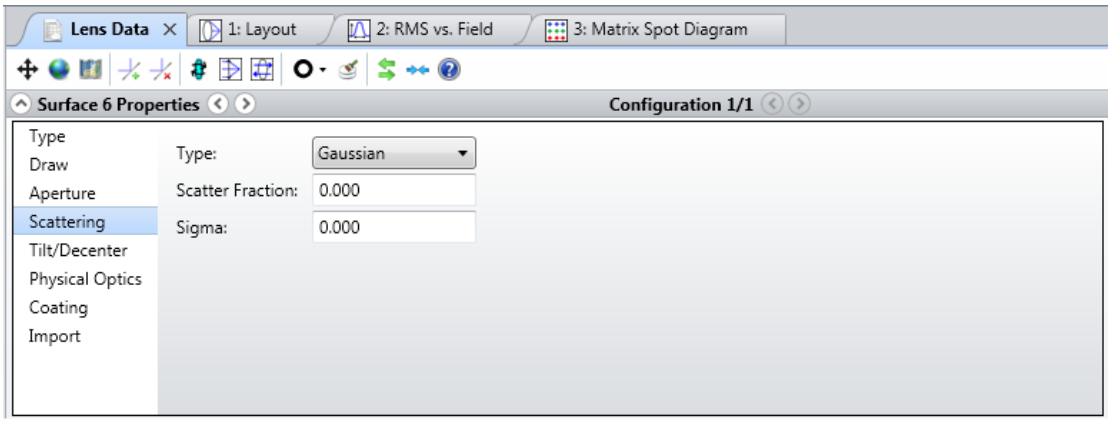
非序列 ABg、ABg 文件和 BSDF 散射模型可同时支持反射系数和折射系数，因为相等的序列表面不能同时反射或折射，所以序列散射模型仅使用其中一组系数。究竟序列表面是反射还是折射取决于表面是镜面还是非镜面。

许多序列分析功能都具有“使用偏振 (Use Polarization) ”选项来考虑光线透射。当使用偏振时，所有散射光线的序列表面都应定义为具有小角度散射。小角度散射意味着光线仅在一定方向范围内散射，在此范围内不会显著地改变光线的偏振特性。此要求的原因是偏振透射只能对未散射光线进行计算。然后，将非散射偏振透射应用到实际散射光线中。此限制仅适用于序列系统。对于需要大角度散射和偏振分析的系统，请使用非序列组件功能，如“非序列概述 (Non-Sequential Overview) ”中所述。

只有部分 OpticStudio 的分析功能适用散射数据。大多功能都忽视表面散射，例如优化和布局图。使用散射数据的功能，如点列图，具有“散射光线 (Scatter Rays) ”复选框。

[散射函数] (Scattering Fraction)

如果选择除“无”、“ABg”或“ABg 文件”以外的散射模型，则必须定义“散射函数 (Scatter Fraction) ”。此分数必须介于 0.0（没有光线散射）和 1.0（所有光线散射）之间。对于 ABg 和 ABg 文件散射模型，散射函数由 ABg 参数决定，请参阅“定义 ABg 数据 (Define ABg Data) ”。

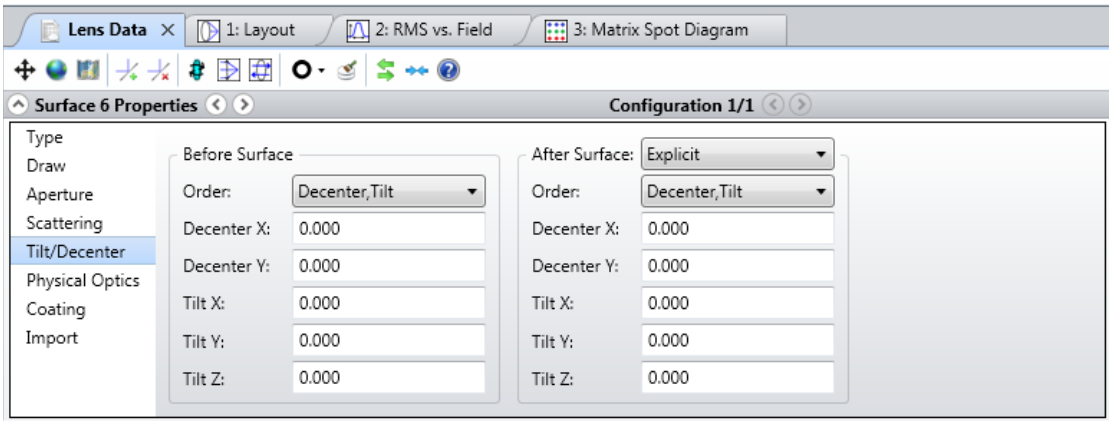


是否散射是由生成的介于 0.0 和 1.0 之间的一个随机数决定的。如果此随机数大于散射函数，则此

光线不发生散射，否则此光线散射。例如，如果散射函数为 1.0，则光线始终是散射的。如果散射函数为 0.0，则光线决不发生散射。如果散射函数为 0.25，则平均四分之一的光线发生散射。光线的所有能量均沿着随机生成的散射光程提供。

[倾斜和偏心] (Tilt/Decenter)

表面倾斜和偏心选项在“表面属性 (Surface Properties) ”窗口的“倾斜/偏心 (Tilt/Decenter) ”部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 上“表面属性”栏中的下拉箭头访问表面属性。



表面倾斜和偏心允许当光线追迹到表面之前和之后，在坐标系中进行更改。具体应用包括将表面偏心并返回到原始坐标系，倾斜反射镜并再次倾斜以便跟随光束，倾斜表面以便对楔形物进行建模等等。表面倾斜和偏心与坐标间断非常类似，因此显得其有一点冗余。更多有关坐标间断的详细信息，请参阅“坐标间断 (Coordinate Break) ”。可以将表面倾斜/偏心看作是坐标间断，后跟一个表面，再然后跟一个其它坐标间断。

表面倾斜和偏心不设置在坐标间断表面上。然而，坐标间断面支持坐标返回求解，请参阅“使用坐标返回 (Using the Coordinate Return) ”。如果物体为无限共轭，则不允许在起始面之前设置表面倾斜和偏心。

使用表面倾斜和偏心的好处在于，它可以在镜头数据编辑器中消除“虚拟坐标间断面”。这样可以更清晰地显示一些用户在意的内容。使用表面倾斜和偏心的缺点在于，当前的操作执行不支持表面倾斜和偏心数据的优化。

可以按以下顺序完成表面倾斜和偏心操作：

[面之前] (Before the surface) 首先坐标系沿 X 轴偏心，沿 Y 轴偏心，然后围绕 X 轴倾斜， 围绕 Y 轴倾斜，最后围绕 Z 轴倾斜。在右手坐标系中，以镜头单位为单位测量相对于各轴的偏心，以度

数测量倾斜量。或者，可以选择先倾斜后偏心顺序。在这种情况下，坐标系围绕 Z 轴倾斜，围绕 Y 轴倾斜，然后围绕 X 轴倾斜，再沿 Y 轴偏心，最后沿 X 轴偏心。

[面之后] (After the surface) 可以按上述两种顺序中的任一顺序执行一系列相同操作。偏心和倾斜前后的值，以及它们的完成顺序都可以是独立的。但是，将倾斜和偏心后的值与之前表面倾斜和偏心值联系起来，通常更有用。可用选项如下：

a) 明确定义倾斜和偏心。

b) 拾取当前表面数据之前的值（典型应用于反射镜）。

c) 翻转当前表面数据之前的值（有时称为偏心/倾斜的返回值）。

d) 拾取先前表面数据之前的值。

e) 翻转先前表面数据之前的值（典型用于使一系列表面偏心）。

“表面之后 (After Surface) ”设置支持所有这些选项。翻转先前表面的值涉及：更改顺序，拾取目标表面的倾斜和偏心值以及翻转这些数值的符号。

通过倾斜和偏心前和后得到的坐标系将定义下一个表面的坐标系。表面的厚度是应用所有倾斜和偏心后的新坐标系中的厚度，沿 Z 轴得到测量结果。

使用坐标返回 (Using the Coordinate Return)

通常能够非常方便地返回到先前表面的坐标系。可以在任何坐标间断面上使用坐标返回 (Coordinate Return) 功能来实现此目的。请注意，该表面必须是坐标间断面。使用坐标返回可将任何由坐标返回控制的数据上覆盖任何求解、变量和多重结构状态。要通过多重结构编辑器控制坐标返回求解，请参阅多重结构编辑器 (Multi-Configuration Operands) 中的“CROR”。

坐标返回支持下列选项：

[无] (None) 此功能无效，且无法自动确定坐标间断倾斜和偏心。

[仅方向] (Orientation Only) 确定绕 x、y 和 z 轴倾斜以便将坐标系的方向返回到原来的表面。不会对表面顶点的位置偏移作任何调整。

[XY 方向] (Orientation XY) 确定绕 x、y 和 z 轴倾斜，以及沿 x、y 轴偏心，可将坐标系的方向和顶点偏移的 x、y 分量返回到原来的表面。不会对表面顶点的 z 轴位置偏移作任何调整。

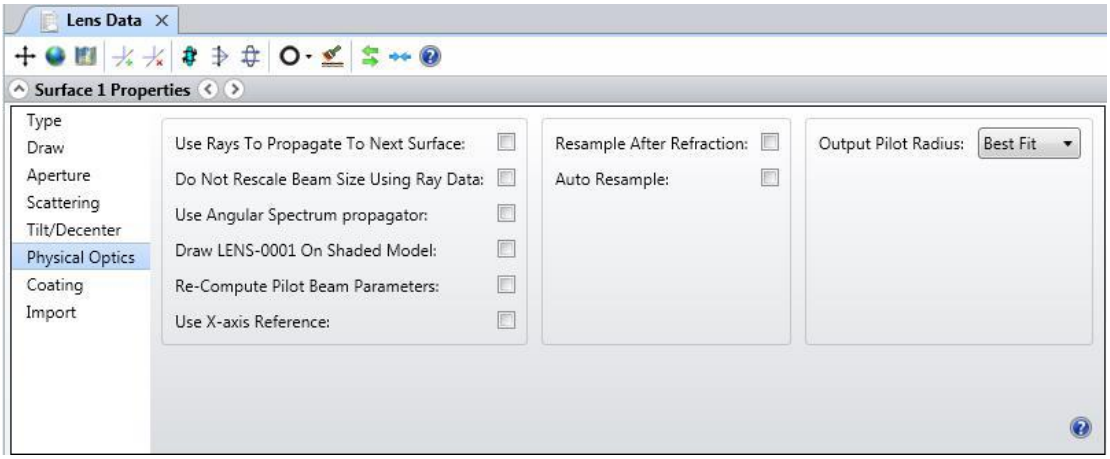
[XYZ 方向] (Orientation XYZ) 确定绕 x、y 和 z 轴倾斜，以及沿 x、y 和 z 轴偏心，可将坐标系和顶点的方向返回到原来的表面。由于沿 z 轴的偏心是坐标间断表面上厚度的设置，因此后续表面的方向和位置与先前表面相同。

[到表面] (To Surf) 此项设置可控制将坐标系返回到先前指定表面。

有关坐标变换的更多信息，请参阅“坐标间断 (Coordinate Break) ”序列表面。

[物理光学] (Physical Optics)

物理光学选项在“表面属性 (Surface Properties) ”窗口的“物理光学 (Physical Optics) ”部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 上方“表面属性”栏中的下拉箭头访问表面属性。



[用几何光线传播到下一表面] (Use Rays To Propagate To Next Surface)

如果选择此选项，则不使用衍射传播算法将光束传播到下一表面。相反，光线将会被追迹到下一个表面，由此产生的光线传递函数用于传播光束，并更新 Pilot Beam 参数。非序列、双折射和渐变折射率表面要求使用此功能。多个序列表面可能都已选择此选项，在这种情况下，光束将只使用光线传播通过所有表面并向前传播。如果表面之间的距离足够小，使得衍射传播不那么重要，则此功能也可以使光线一次通过多个表面传播来提高传播算法的速度。默认情况下为不选择。有关在光线聚焦的表面附近使用此功能的信息，请在帮助文件中搜索“使用要传播光线时的注意事项 (Considerations when using rays to propagate) ”。

[不用几何光线数据缩放光束尺寸] (Do Not Rescale Beam Size Using Ray Data)

默认情况下，OpticStudio 将使用光线网格确定畸变、拉伸、缩放或其它光束形状的变化。其中一

个很好的示例是通过光栅传递光束。光束将沿衍射方向被压缩。但是，有时候该计算可以会出错。其中一种情况是在光线网络进入焦散时，光线不再能准确表示光束，且不能用来确定光束的形状。如果 OpticStudio 在焦散线中检测到光线网格，它会自动地跳过这一步。然而也存在不需要应用算法的其它情况，且此选项允许用户是否选择禁用该算法。

[采用角谱算法] (Use Angular Spectrum Propagator)

如果选择此选项，将角谱传播函数应用于通过表面的光线传播，而不是 OpticStudio 自动选择的传播方式。只有当光束大小在整个传播距离不会明显改变时才可使用此选项。采用角谱传播函数的阵列宽度将保持不变。默认情况下为不选择。

[在实体图上显示“镜头文件名-表面#”] (Draw “lens file name-surface” on shadad model)

如果选择从选项，则在实体模型视图的表面位置上绘制显示 ZBF 的名称。该文件名与镜头文件名相同，4 位数后缀相当于表面编号。与自动保存光束文件时使用相同名称的规约。有关在每个表面保存光束文件的更多信息，请参阅“显示菜单 (Display Tab) ”。如果选择此选项，而且找到正确的光束文件名，则不会绘制表面本身，只绘制该表面光束文件。因此，该选项适用于虚拟面。绘制较大的光束文件需要使用大量的内存，显示所要绘制的实体模型也很慢。

[重新计算 Pilot Beam 参数] (Re-Compute Pilot Parameters)

有些表面可明显改变光束特性。其中一个示例是针孔孔径。当光束通过针孔孔径后，其束腰尺寸、散度和位置可能已明显发生变化，即使在技术层面上针孔不具有屈光度（实际上，这是几何光学和物理光学之间的核心区别）。通过针孔后，需要为后续光线的准确传播重新计算 Pilot Beam 参数。选择此选项将调用算法找到最符合实际光束的 Pilot Beam 参数。

[采用 X 轴参考] (Use X-axis Reference)

默认情况下，用来在任何表面上生成传递函数的光线网格的方向应使得网格的 Y 轴与光束的 Y 轴对齐。在高度倾斜的系统中，选择此对齐方式可能并不适用。此选项允许选择网格在另一正交方向对齐，即在这种情况下，网格的 X 轴与光束的 X 轴对齐。

[折射后重新采样] (Resample After Refraction)

此控件允许在通过任何表面传播后更改光束的采样和宽度。如果选择此选项，则可以指定新的 X、Y 采样和光束宽度。请注意，如果光线用于通过表面传播，则忽略此控件。另请参阅下文的“自动重新采样 (Auto Resample) ”。

[自动重新采样] (Auto Resample)

如果选择此控件，光束将自动重新采样。使用的算法将首先重新计算 Pilot Beam 参数，如上文的“重新计算 Pilot Beam 参数 (Re-Compute Pilot Beam Parameters) ”中所述。然后，根据“有关点距离和采样的注释 (Comments about point spacing and sampling) ”中介绍的方程式设置 X 和 Y-宽度。在 X-和 Y-采样中使用的点数不会改变。

[输出 Pilot Beam 半径] (Output Pilot Radius)

输出 Pilot Beam 用于参考在通过表面折射后光束的相位和其它属性。此控件可定义用于计算输出 Pilot Beam 相位曲率半径的方法。

[最佳拟合] (Best Fit) 根据通过表面的光线追迹选择最佳 Pilot Beam，该设置是推荐设置。

[更短] (Shorter) 选择更短的 Pilot Beam X 或 Y 相位半径。

[更长] (Longer) 选择更长的 Pilot Beam X 或 Y 相位半径。

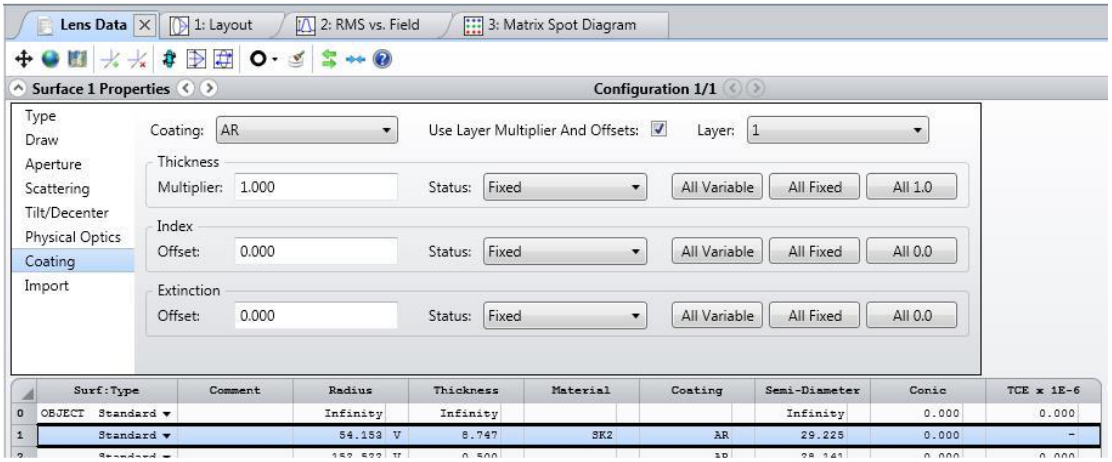
[X-和 Y-] (X and Y) 明确选择 Pilot Beam X 或 Y 相位半径。

[平面] (Plane) 选择在表面具有束腰和具有无限相位半径的 Pilot Beam。

[用户] (User) 允许指定以镜头单位为单位表示 X 和 Y 半径。采用零值表示无限半径。

[膜层] (Coating)

膜层选项在“表面属性 (Surface Properties) ”窗口的“膜层 (Coating) ”部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 上方“表面属性”栏中的下拉箭头访问表面属性。



“膜层”部分可选择加载到表面上的光学膜层。有关定义膜层的更多信息，请参阅“在 OpticStudio 中定义膜层 (Defining coatings in OpticStudio) ”和“使用 OpticStudio 优化膜层 (Optimizing coatings with OpticStudio) ”。

该部分支持其它功能，能单独修改任一特定表面上定义的膜层厚度、折射率和消光，而不会改变膜层的既定定义。单个膜层的厚度可由一个无量纲的“膜层缩放”成比例缩放。折射率和消光系数可被无量纲值偏移。注意，折射率的偏移对所有波长都是均匀的，不支持色散偏移。这些参数对于任一膜层，任一表面都是独有的，即使将相同膜层应用到多个表面也是如此。加密的膜层不支持此项功能。

[膜层设置] (Coating Setting)：

[采用膜层缩放] (Use Layer Multipliers) 如果取消此选项，则此表面禁用所有膜层缩放。膜层厚度通过膜层数据文件定义。如果选择此选项，则考虑使用膜层缩放。

[膜层] (Layer)选择某一膜层去编辑或复检膜层缩放。

[缩放因子] (Multipliers) 所选膜层的无量纲比例因子。

[状态] (Status) 比例因子可以是一固定值、能用于优化的变量或是从先前膜层拾取的值。

[折射率偏移] (Index Offset) 对于选定膜层折射率实部的无量纲偏移。

[折射率状态] (Index Status) 折射率偏移可以是一个固定值、能用于优化的变量或是从先前膜层拾取的值。

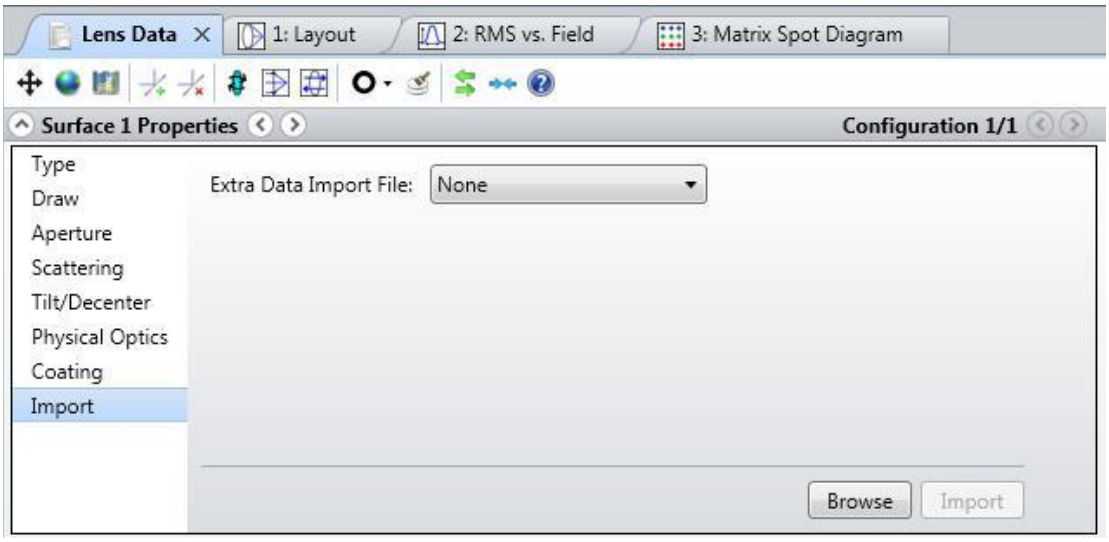
[消光系数偏移] (Extinction Offset) 对于选定膜层折射率虚部的无量纲补偿。

[消光系数状态] (Extinction Status) 消光系数可以是一个固定值、能用于优化的变量或是从先前膜层拾取的值。

使用这些按钮可以快速将所有比例因子和偏移量设置为固定值或可变状态，或者将比例因子和偏移值重置为默认初始值。

[导入] (Import)

“表面属性 (Surface Properties) ”窗口的“导入 (Import) ”部分选项用于导入附加数据文件。可以通过单击镜头数据编辑器 (Lens Data Editor)上方“表面属性”栏中的下拉箭头访问表面属性。



导入工具用于从文件中加载附加数据值到附加数据表面，而不是通过直接输入数值。数据文件的拓展名必须为.DAT。文件中的数值数据必须与附加数据电子表格中显示的数值数据完全相同。文件格式是一列自由格式的数字，且文件拓展名必须为.DAT。使用此工具也可以导入网格矢高和相位表面数据。有关正确的文件格式的说明，请参阅“导入网格数据（Import grid data）”。最初，OpticStudio 会将.DAT 文件保存在<data>文件夹中（参阅“文件夹（Folders）”）。然而，在执行任一导入或数据输出操作后，将使用最近使用的文件夹。

[求解类型(镜头数据编辑器)]（Solve Type（lens data editor））

许多数据列（如半径和厚度）都支持一个或多个求解。求解函数可以主动调整数据的特定值。可对半径、厚度、材料、净口径或半直径、圆锥系数、参数和 TCE 值进行特定求解。要在单元格中设置求解类型（Solve Type），请单击小单元格的右侧，从下拉列表中选择求解类型。某些求解类型需要输入额外的参数。

在所有数据列的“求解类型”下拉菜单中均有以下两个可用设置：

[固定] (Fixed) 关闭求解。

[变量] (Variable) 使参数成为可优化的变量，单击小单元格参数的右侧，并在“求解类型”下拉菜单中选择“变量”。或者，单击所要设置解的参数，按键盘上的 Ctrl-Z 键。Ctrl-Z 键也可以移除参数变量的状态，就像切换功能一样。

使用建议 (Suggestions for use)

求解功能是非常高效的，并且应在可能的情况下使用而不是只通过设置变量优化系统。例如，通常在最后一个表面的曲率半径上设置求解来控制系统的有效焦距，这比通过明确优化焦距的效果要好很多。有关更多信息，请参阅“优化 (Optimization) ”。

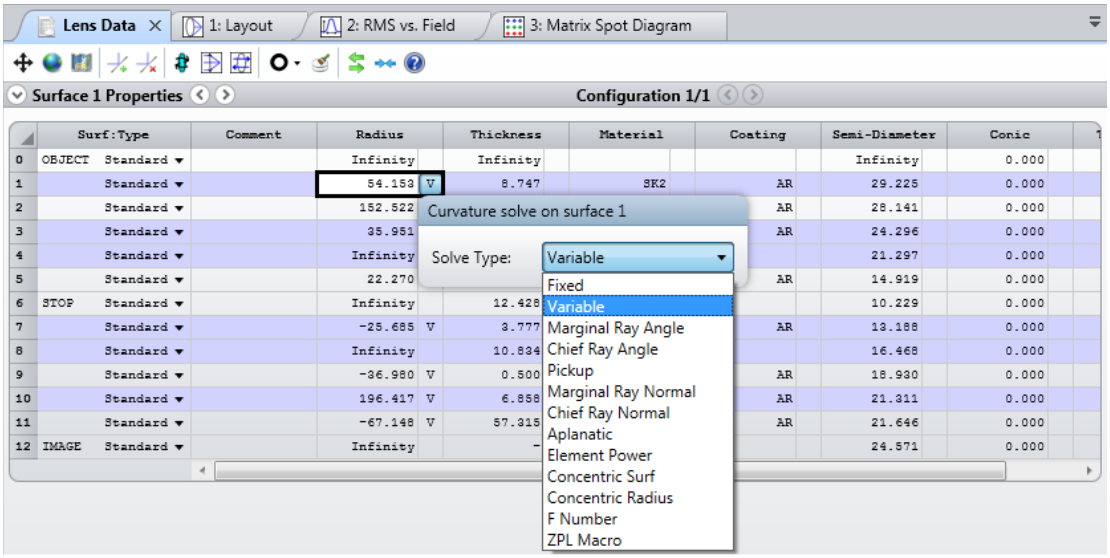
[求解综述] (Summary of Solves)

求解类型	参数 1	参数 2	参数 3	参数 4	代码	整数
曲率：固定						0
曲率：变量					V	1
曲率：边缘光线角度	角度				M	2
曲率：主光线角度	角度				C	3
曲率：拾取	表面	比例因子		列	P	4
曲率：边缘光线法线					N	5
曲率：主光线法线					N	6
曲率：等光程					A	7
曲率：元件光焦度	光焦度				X	8
曲率：同轴面	同中心的表面				S	9
曲率：同曲率中心	同心的表面				R	10
曲率：F 数	近轴 F/#				F	11
曲率：ZPL 宏	宏名称				Z	12
厚度：固定						0

厚度：变量					V	1
厚度：边缘光线高度	高度	光瞳区域			M	2
厚度：主光线高度	高度				C	3
厚度：边缘厚度	厚度	径向高度（用零表示净口径或半直径）			E	4
厚度：拾取	表面	比例因子	偏移	列	P	5
厚度：光程差	光程差 OPD	光瞳区域			O	6
厚度：位置	表面	到表面的长度			T	7
厚度：补偿器	表面	表面厚度总和			S	8
厚度：曲率中心	设置表面在曲率中心				X	9
厚度：光瞳位置	-	-	-	-	U	10
厚度：ZPL 宏	宏名称				Z	11
玻璃：固定						0
玻璃：模型	折射率 Nd	阿贝数 Vd	Dpgf			1
玻璃：拾取	表面				P	2
玻璃：替换	玻璃库名称				S	3
玻璃：偏移	折射率 Nd 偏移	阿贝数 Vd 偏移			O	4

半直径：自动						0
半直径：固定					U	1
半直径：拾取	表面	比例因子		列	P	2
半直径：最大值					M	3
半直径：ZPL 宏	宏名称				Z	4
圆锥系数：固定						0
圆锥系数：变量					V	1
圆锥系数：拾取	表面	比例因子		列	P	2
圆锥系数：ZPL 宏	宏名称				Z	3
参数：固定						0
参数：变量					V	1
参数：拾取	表面	比例因子	偏移	列	P	2
参数：主光线	视场	波长			C	3
参数：ZPL 宏	宏名称				Z	4
TCE：固定						0
TCE：变量					V	1
TCE：拾取	表面				P	2

[半径求解] (Curvature Solves)



[边缘光线角] (Marginal Ray Angle)

透镜的有效焦距可以通过在像面前最后一面的曲率上设置近轴边缘光线角度求解进行控制。例如，假设一个透镜入瞳直径是 20mm，希望将有效焦距限定为 100mm。这就要求从最后一面出射的边缘光线角度为-0.1（这个数是 20 除以 2 再除以 100 获得，负号表示光线是汇聚的或朝着像平面的方向传播）。请参阅“F 数求解 (F number solve) ”。

[主光线角] (Chief Ray Angle)

主光线角度求解与边缘光线角度求解方式相同，只是此处用近轴主光线来计算。主光线求解对于保持特定的放大率或保持平行准直是很有用的。在曲率单元格边出现的字母“C”，表示该表面的曲率是用主光线角度求解的。

[拾取] (Pickup)

曲率拾取求解使用其他表面的被缩放的值和数据值作为本目标面的曲率。拾取允许将变量结合在一起，并根据其它求解、编辑或优化的影响进行更改。另请参阅“求解限制 (Solve restrictions) ”。要在 ZPL 宏中设置拾取求解，请参阅“列数量的整数代码 (Integer codes for column numbers) ”。

[边缘光线法线] (Marginal Ray Normal)

此求解使该表面垂直于近轴边缘光线。该表面也称为图像汇聚面。这些特殊表面不会产生球差和彗差。在曲率单元格边出现的字母“N”，表示该表面的曲率是用边缘光线法线求解的。

[主光线法线] (Chief Ray Normal)

此求解使该表面垂直于近轴主光线。该表面也称为瞳孔汇聚面。这些特殊表面不会产生彗差、像散和畸变。在曲率单元格边出现的字母“N”，表示该表面的曲率是用主光线法线求解的。

[等光程] (Aplanatic)

此求解使该表面与近轴边缘光线等光程。这些特殊表面不会产生球差、彗差和像散。在曲率单元格边出现的字母“A”，表示该表面的曲率是用等光程求解的。

[元件光焦度] (Element Power)

元件的光焦度由以下公式给出：

$$\varphi = c_1\,(n_2 - n_1) + c_2(n_3 - n_2) - c_1(n_2 - n_1) * c_2(n_3 - n_2) * \frac{t_2}{n_2}$$

此求解可调整 C_2 的值，来保证元件制定的光焦度。此求解将假设在两个相邻表面的第二个表面设置。如果表面的编号小于 2，或者 n_2 或 n_3 在主波长相同，则忽略此求解。

[同轴面] (Concentric Surf)

此求解将调整该表面的曲率，使该表面与指定表面同轴心。指定表面必须在求解表面之前。在曲率单元格边出现的字母“S”，表示该表面的曲率是用同心面求解的。

[同曲率中心] (Concerntric Radius)

此求解将调整该表面的曲率，使该表面的曲率与指定表面关于同一个点是同心的。指定表面必须在求解表面之前。在曲率单元格边出现的字母“R”，表示该表面的曲率是用同心半径求解的。

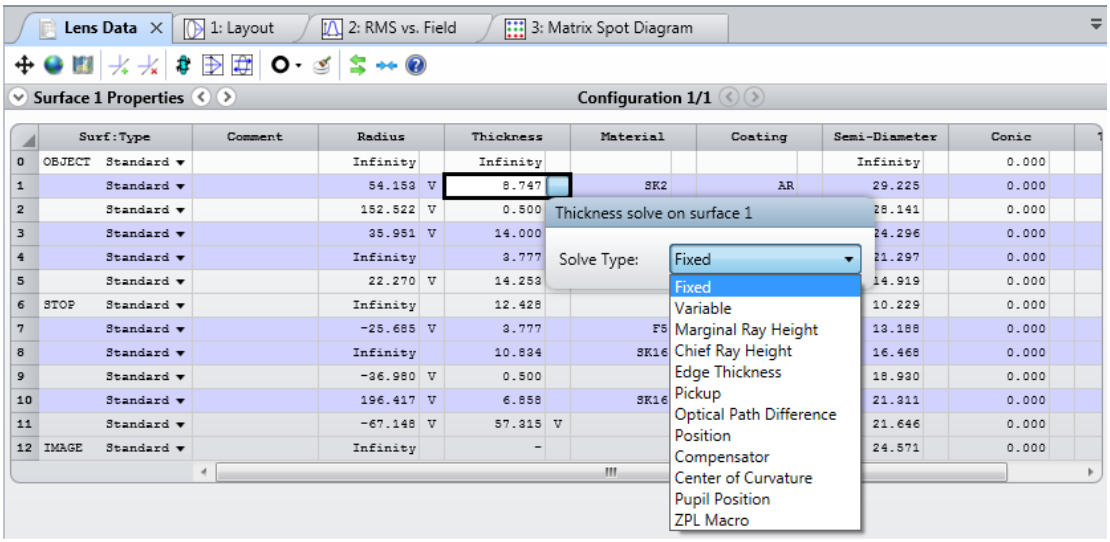
[F 数] (F Number)

此求解将调整表面的曲率，使从该表面出射的边缘光线角是-1/2F，其中 F 是近轴的 F/#。在曲率单元格边出现的字母“F”，表示该表面的解是用 F/#求解的。

[ZPL 宏] (ZPL Macro)

有关 ZPL 宏求解的完整说明，请参阅“使用 ZPL 宏求解 (Using ZPL Macro solves) ”。注意，曲率求解必须返回以曲率为单位表示的数据，即曲率半径的倒数。

[厚度求解] (Thickness Solves)



[边缘光线高度] (Marginal Ray Height)

最常见的厚度求解是边缘光线高度求解，它可以使像平面位于近轴焦点处。要将像平面控制在近轴焦点处，单击像平面前最后一个面的厚度，并从求解类型 (Solve Type) 的下拉列表中选择“边缘光线高度 (Marginal Ray Height) ”。由于边缘光线高度在近轴像面（假定为旋转对称系统）处高度为零（通过光轴），我们可以将这个最终厚度设置成使边缘光线高度为零处的点。默认高度值为零，然后单击“确定”退出窗口，求解将自动调整成合适的厚度。

理论上，可以通过设置一个不为零的值（即第一个可选参数），作为边缘光线高度值来设置求解。请注意，任何表面都可以有边缘光线高度求解，并不仅仅是像面前的最后一个表面。“高度 (Height) ”是下一个表面子午面的边缘光线高度（同样不一定是像面）。注意，默认高度是在光线与子午面交汇的点进行测量的，而不是下一个表面的实际曲面。

第三个值“光瞳区域 (Pupil Zone) ”用于定义光线光瞳坐标。默认值为零，表示采用近轴光线。任何非零值表示采用一条实际的边缘光线。坐标值范围必须介于-1 和 1 之间。这是 Py 坐标，或者 y 方向上的归一化入瞳坐标。此求解可用来限制一条特定光线，例如 0.7 区域的光线，从而使其在轴上的垂轴像差为零。在厚度单元格边出现的字母“M”，表示该表面的厚度是边缘光线高度求解的。

[主光线高度] (Chief Ray Height)

此求解与边缘光线高度求解类似，除了采用近轴主光线以外。此求解在确定光瞳平面处一个表面的位置时很有用。在厚度单元格边出现的字母“C”，表示该表面的厚度是主光线高度求解的。

[边缘厚度] (Edge Thickness)

此求解可用动态调整两个表面之间的距离，在指定径向孔径处保证两个表面之间的指定距离。这可防止在元件上产生负值或过于尖锐的边缘。在厚度单元格边出现的字母“E”，表示该表面的厚度是边缘厚度求解的。如果径向孔径设置为零，则使用当前的机械半直径。有关边缘厚度定义的详细叙述，请参阅“边缘厚度 (Edge Thickness) ”。

[拾取] (Pickup)

厚度拾取求解使用一个来自其他表面和数据栏的缩放和偏移因子作为目标表面的厚度。拾取厚度 T 由以下公式给出：T=O+S*V，其中 V 为源数据的值，S 为比例因子，O 为偏移量。另请参阅“求解限制 (Solve restrictions) ”。若要在 ZPL 宏中设置拾取求解，请参阅“列数量的整数代码 (Integer codes for column numbers) ”。

[光程差] (Opical Path Difference)

此求解可以有效调整厚度以保证在指定光瞳坐标下特定的光程差。光程差 (OPD) 在出瞳面上测量，而不是在设置求解的表面上。需要设置的两个参数是主波长的光程差和用来评价光程差的光瞳区域。例如，为保证聚焦位置，即实际边缘光线与实际主光线具有同样的光程长度，应在像面前的最后表面厚度上定义一个 OPD 求解。将光程差参数设置为零，光瞳区域设置为 1.0。在厚度单元格边出现的字母“O”，表示该表面的厚度是 OPD 求解的。可以绘制一个 OPD 图形来验证在光瞳边缘上 OPD 是零。仅使用主波长，且仅考虑轴上视场。

[位置] (Position)

位置求解保证从指定参考面到当前面的 z 方向距离。如果参考面位于放置求解的表面之前，则从参考面到求解表面后一表面的距离总和保持为指定值。如果参考面位于放置求解的表面之后，则从求解表面到参考表面的厚度总和保持为指定值。如果参考面与求解表面相同，则求解表面的厚度设置为求解长度值。

位置长度求解适用于将变焦镜头中部分长度保持为固定值。该求解也可用来满足总镜头长度的约束。另一种情况下，该求解可以取消优化变量和操作数，提高优化收敛性和速度。在厚度单元格边出现的字母“T”，表示该表面的厚度是总长位置求解的。

此求解假设所有在影响范围内的表面都在相同的坐标系中。

[补偿器] (Compensator)

厚度补偿器求解与位置求解非常类似。该求解保证该表面的厚度使其与另一“参考面”的厚度之和等于一个常量。该求解的保持条件用方程式表示如下 T=S-R，其中 S 为两个表面的厚度总和，R 为参考表面的厚度。参考面必须在求解表面的前面。

[曲率中心] (Center of Curvature)

此求解将调整表面的厚度，使该后一表面始终位于前一表面的球心处。在厚度单元格边出现的字母“X”，表示该表面的厚度是曲率中心求解的。

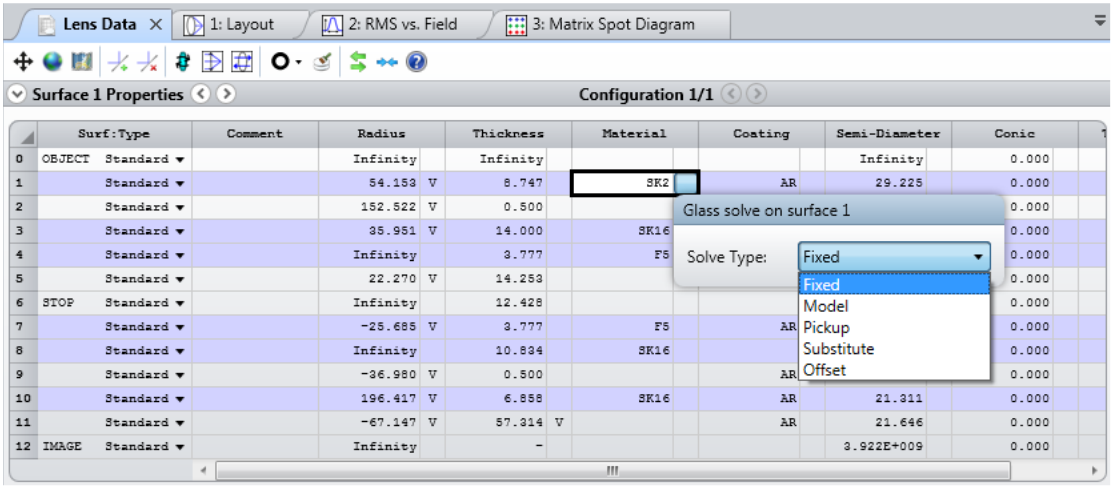
[光瞳位置] (Pupil Position)

此求解将下一表面放置在光瞳位置上来控制从当前表面折射后的光学空间。光瞳位置由围绕中心视场主光线的真实差分光线追迹决定。

[ZPL 宏] (ZPL Macro)

关于 ZPL 宏求解的完整说明，请参阅“使用 ZPL 宏求解 (Using ZPL Marco solves) ”。

[材料求解] (Material Solves)



	Surf:Type	Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Semi-Diameter	Conic
0	OBJECT Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.000
1	Standard		54.153 V	8.747	SK2	AR	29.225	0.000
2	Standard		152.522 V	0.500				0.000
3	Standard		35.951 V	14.000	SK16			0.000
4	Standard		Infinity	3.777	F5			0.000
5	Standard		22.270 V	14.253				0.000
6	STOP Standard		Infinity	12.428				0.000
7	Standard		-25.685 V	3.777	F5	AR		0.000
8	Standard		Infinity	10.834	SK16			0.000
9	Standard		-36.980 V	0.500		AR		0.000
10	Standard		196.417 V	6.858	SK16	AR	21.311	0.000
11	Standard		-67.147 V	57.314 V		AR	21.646	0.000
12	IMAGE Standard		Infinity	-			3.922E+009	0.000

[模型] (Model)

“模型 (Model) ” 材料的求解更像“变量 (Variable) ”半径/厚度的设定，而不是真的的解。OpticStudio 通过改变 d 光的折射率、阿贝数和部分色散数设定“模型”玻璃，以使玻璃的色散理想化。使用“材料 (Material) ”列中的 Ctrl-Z 快捷键也可以将求解设置为“模型”。采用标准的优化方法对模型玻璃数据值进行优化。

无限制的玻璃优化通常会导致采用了折射率非常高的材料。这是因为要获得相同的光焦度，具有高折射率的表面（边界处折射率差值较大）所需的曲率比低折射率表面要小。而表面曲率越小，造成的像差就越小。

遗憾的是，高折射率的材料成本高昂、材质沉重、难以加工，而且可能易碎、易裂或容易沾染污渍或产生刮痕。而且，折射率超高的材料不一定存在；折射率达到1.9以上（针对可见光）的玻璃只有寥寥数种。阿贝数也限制在大约 20 到 80 的范围内。因此，在优化时必须将折射率和阿贝数限制在合理的范围。此外，还必须将部分色散偏差也限制在相应的范围内。

即使优化时具有合理的限制，但模型玻璃方法仍具有的一个缺点是，优化参数和得到的折射率值可能与任何实际存在的玻璃不对应。另一个缺点是，由于是在 d 光（0.5875618 微米）下实现理想化色散，因此模型玻璃方法仅在可见光谱内足够精确。而在可见波长范围之外，例如紫外或红外区域，模型玻璃是不准确并且不应当使用。

关于模型玻璃的更多信息，请参阅“使用模型玻璃 (Using model glasses) ”。

[拾取] (Pickup)

玻璃拾取求解使用其他表面中的值作为目标表面的玻璃。另请参阅“求解限制 (Solve restriction) ”。

[替换] (Substitude)

与“模型 (Model) ”求解类似，“替换 (Substitute) ”设置与“变量 (Variable) ”半径/厚度设置类似，不是真正意义上的求解。如果将玻璃求解类型设置为“替换”，则在优化期间允许全局优化算法更改玻璃类型。

如果没有提供库名称（即库名称为空），则可以从在“系统选项 (System Explorer) ”的“玻璃库 (Glass Catalogs) ”部分中选择使用的所有库中选择玻璃。如果提供了玻璃库名称（如 Hoya），则只能从被选的玻璃库中选择玻璃。

为了防止在优化中只有特定的玻璃，可以在“玻璃库”对话框中为所需避免的玻璃选择“排除替代 (Exclude Substitution) ”，或者使用玻璃替代模板；有关更多信息，请参阅“使用玻璃替换 (Using glass substitution) ”。

请注意，如果 OpticStudio 无法在满足玻璃替代模板的玻璃库中找到任何玻璃，则会将替代解决方案删除。

[偏移] (Offset)

当通过色散公式和玻璃库色散数据计算折射率时，偏移求解允许折射率或者阿贝数有少量的变化。该求解主要用于公差分析。在计算以波长为函数的折射率时，使用折射率和阿贝数需要满足两个条件：

使用的最小波长大于 0.3 微米，最大波长小于 2.5 微米。

玻璃库中的色散数据必须介于 0.4861327 至 0.6552725 微米的波长范围之间。

如果满足上述两个条件，则折射率的变化量由基本折射率（Nd）和阿贝数（Vd）与偏移 Nd 和 Vd 的差值计算。有关模型玻璃属性的详细信息，请参阅“模型”玻璃。在方程式中，折射率为：

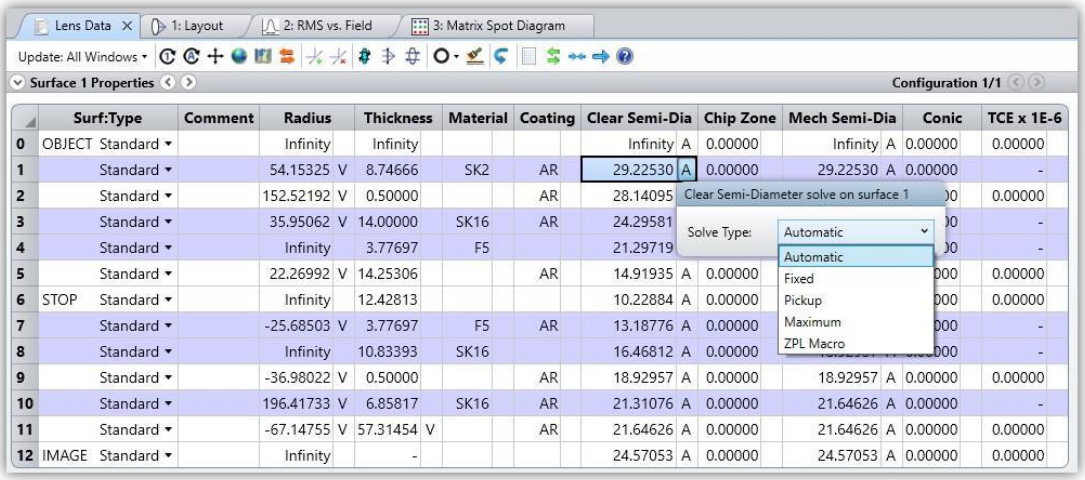
$$n = n_{base} + n(N_d + \Delta N_d, V_d + \Delta V_d, P_d) - n(N_d, V_d, P_d)$$

其中，函数 n( )为模型玻璃的函数。注意，此模型在将每个波长上加上不同的折射率偏移量。如果不满足上述列出的波长带条件，则将折射率偏移添加到所有基本折射率上：

$$n = n_{base} + \Delta N_d$$

在这种情况下，忽略阿贝数偏移。

[净口径或半直径求解] (Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter Solves)



	Surf:Type	Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-Dia	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT Standard		Infinity	Infinity			Infinity A	0.00000	Infinity A	0.00000	0.00000
1	Standard		54.15325 V	8.74666	SK2	AR	29.22530 A	0.00000	29.22530 A	0.00000	-
2	Standard		152.52192 V	0.50000		AR	28.14095				0.00000
3	Standard		35.95062 V	14.00000	SK16	AR	24.29581				-
4	Standard		Infinity	3.77697	F5		21.29719				-
5	Standard		22.26992 V	14.25306		AR	14.91935 A	0.00000			0.00000
6	STOP Standard		Infinity	12.42813			10.22884 A	0.00000			0.00000
7	Standard		-25.68503 V	3.77697	F5	AR	13.18776 A	0.00000			-
8	Standard		Infinity	10.83393	SK16		16.46812 A	0.00000			-
9	Standard		-36.98022 V	0.50000		AR	18.92957 A	0.00000	18.92957 A	0.00000	0.00000
10	Standard		196.41733 V	6.85817	SK16	AR	21.31076 A	0.00000	21.64626 A	0.00000	-
11	Standard		-67.14755 V	57.31454 V		AR	21.64626 A	0.00000	21.64626 A	0.00000	0.00000
12	IMAGE Standard		Infinity	-			24.57053 A	0.00000	24.57053 A	0.00000	0.00000

[自动] (Automatic)

自动求解将计算通过所有视场点的所有光线所需的径向净口径的默认净口径或半直径。

[拾取] (Pickup)

半直径拾取求解使用其他表面所缩放的值和数据栏为目标表面的半直径。另请参阅“求解限制 (Solve restrictions) ”。要在 ZPL 宏中设置拾取求解，请参阅“列数量的整数代码 (Integer codes for column numbers)”。

[最大值] (Maximum)

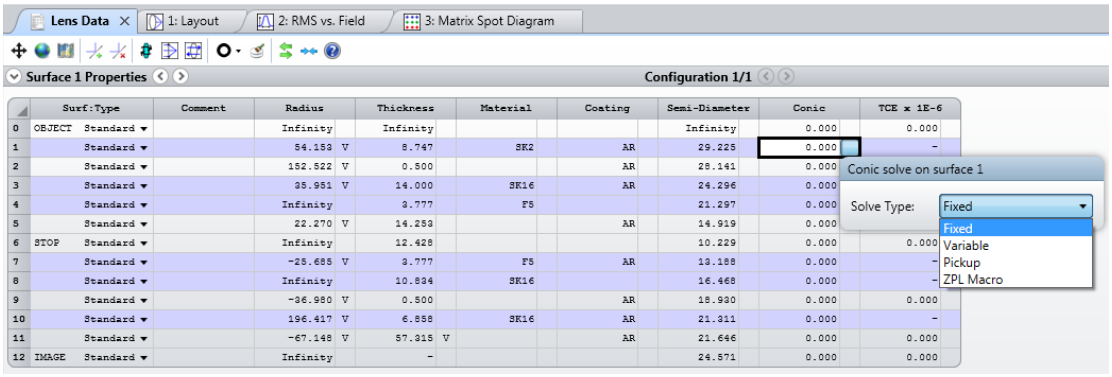
最大值求解是用来将半直径设置为多重结构中所需的最大半直径。例如，有三个结构的变焦距透

镜在对于每个面采用自动求解时有三个不同的半直径。最大值求解将分别计算每种结构的半直径，然后使用其中的最大值。

[ZPL 宏] (ZPL Macro)

有关 ZPL 宏求解的完整说明，请参阅“使用 ZPL 宏求解 (Using ZPL Macro solves) ”。

[圆锥系数求解] (Conic Solves)



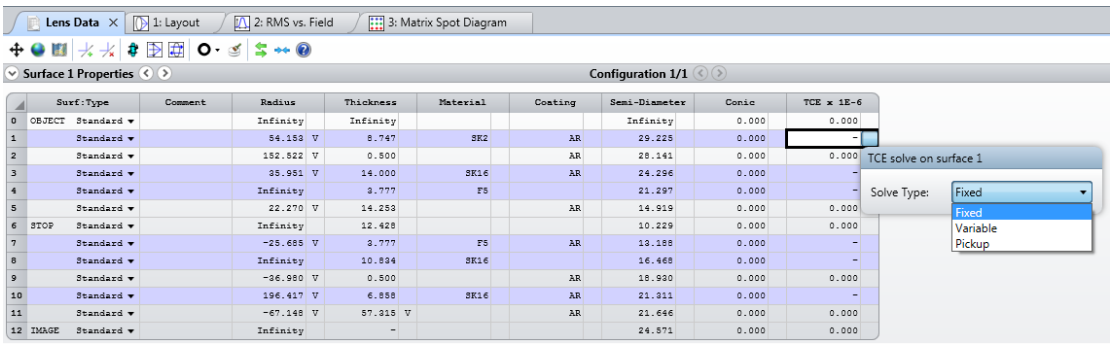
[拾取] (Pickup)

圆锥系数拾取求解使用其他表面所缩放的值和数据栏为目标表面的圆锥系数。另请参阅“求解限制 (Solve restrictions) ”。要在 ZPL 宏中设置拾取求解，请参阅“列数量的整数代码 (Integer codes for column numbers) ”。

[ZPL 宏] (ZPL Macro)

有关 ZPL 宏求解的完整说明，请参阅“使用 ZPL 宏求解 (Using ZPL Macro solves) ”。

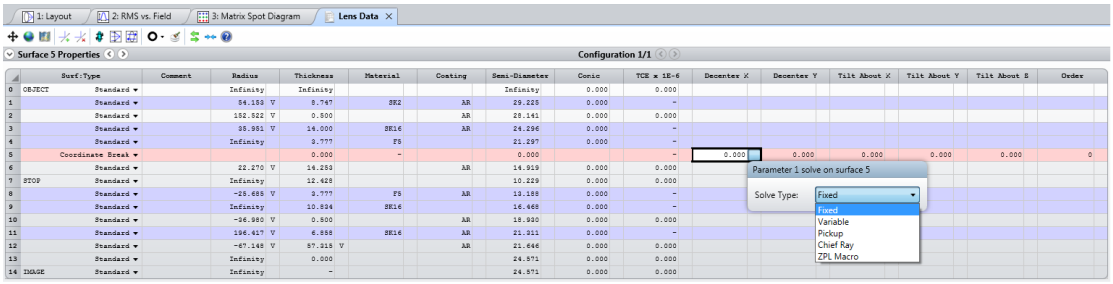
[TCE 求解] (TCE Solve)



[拾取] (Pickup)

TCE 拾取求解使用其它表面的值作为目标表面的 TCE 值。另请参阅“求解限制 (Solve restrictions) ”。

[参数求解] (Parameter Solves)



[拾取] (Pickup)

参数拾取求解使用其他表面所缩放的值和数据栏为目标表面的参数。拾取参数由以下公式给出：P'=O+S*V，其中 V 为源数值，S 为比例因子，O 为偏移量。另请参阅“求解限制 (Solve restrictions) ”。要在 ZPL 宏中设置拾取求解，请参阅“列数量的整数代码 (Integer codes for column numbers) ”。

[主光线] (Chief Ray)

主光线求解仅适用于坐标间断面的前四个参数。当在 X 或 Y 设置偏心参数时，此求解将调整偏心量，使指定视场中指定波长的（零表示为主波长）主光线在坐标间断面上 X 或 Y 坐标分别为零。如果设置 X 倾斜或 Y 倾斜，则调整倾斜角度使出射主光线角度分别在 Y 或 X 方向为零。坐标间隔表面的序号标志将确定参数调整的序号，并且解可能不是唯一的。可以在“光线追迹数据 (Ray Trace Data) ”窗口（通过“分析 (Analyze tab) ”菜单中“像质 (Image Quality) ”部分的“光线迹点 (Rays&Spots) ”按钮访问）中查看输出的主光线坐标；这对于验证该求解是否正确工作是一个很好的方法。这个解在光阑表面之前的表面设置求解且光线瞄准开启时不能使用（请参阅“光线瞄准 (Ray Aiming) ”）。

有时计算结果可能是一个很小但不为零的主光线角度或坐标值。这是由于非正交旋转不能由单次矩阵旋转“撤销”随意的旋转引起的。可以通过以下两种方法解决此问题：

1） 尝试将序号标志从 1 改为 0 或者 0 改为 1，然后更新系统，查看哪种坐标系转换效果更好。

2） 使用两个相邻的坐标间断面并赋予相同的主光线求解。通过复制和粘贴整个坐标间断面可以轻松

完成。第二个坐标间断通常使许多数量级的主光线接近于所需的零坐标或角度。

[ZPL 宏] (ZPL Macro)

有关 ZPL 宏求解的完整说明，请参阅“使用 ZPL 宏求解 (Using ZPL Macro solves) ”。

[限制] (Restrictions)

求解是从第一个表面到像面依顺序执行的，次序为：曲率，厚度，玻璃，净口径或半直径，圆锥系数，参数（从左到右），TCE 和附加数据值（从左到右）。由于此顺序，拾取求解可能只会从先前表面拾取值至目标表面，或在同一表面内将先前源列中的数据拾取至目标列。

由于求解可能会影响入瞳位置，OpticStudio 不能让一些特定类型的解，如边缘光线高度求解和宏求解，设置在光阑面之前。这可以避免求解参数的不明确或错误设置。没有方法预测在光阑面之前设置求解的结果。当在最后一个表面设置边缘光线求解控制焦距时，一个类似的问题会出现，此时孔径定义必须是入瞳直径（而不是 F/#）才可确保求解的唯一。

[镜头数据编辑器工具栏] (Lens Data Editor Toolbar)

在“镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) ”窗口的顶部提供镜头数据编辑器工具栏。该工具栏可快速访问镜头数据编辑器内的工具。



下面列出了镜头数据编辑器工具栏中的按钮。

[自动更新模式] (Auto Update Mode)



控制 OpticStudio 以何种方式、何时展现编辑器数据的更新。“从不 (None) ”设置表示光瞳位置、

求解和其它镜头数据编辑器数据不会更新，除非选中其它所需数据窗口中“更新 (Update) ”按钮。这通常出于对性能的考虑，也可能出于系统处于无效的中间状态时一些错误消息是没有帮助的考虑。

如果系统中包含多重结构：

1） 当在多重结构编辑器 (Multi-Configutation Editor) 中更改数据值时，更改将不会反映在镜头数据编辑器中，因为系统并没有更新，包括多重结构编辑器对系统值覆盖的过程。

2） 另一方面，当在镜头数据编辑器中更改数据值时，则将会反映在多重结构编辑器中。这并未“隐藏”从界面对系统做出的更改。

“更新 (Update) ”设置使得每次在镜头数据编辑器或多重结构编辑器中更改新的数据值时进行更新。

“更新所有 (Update All) ”使得每当编辑器中输入新数据值时更新所有窗口。

[重新加载表面] (Reload Surface)



如果适用，重新加载外部表面数据（如：UDA、渐变折射率、非序列元件）。

[重新加载所有表面] (Reload All Surface)



重新加载所有外部表面数据（如：UDA、渐变折射率、非序列元件）。

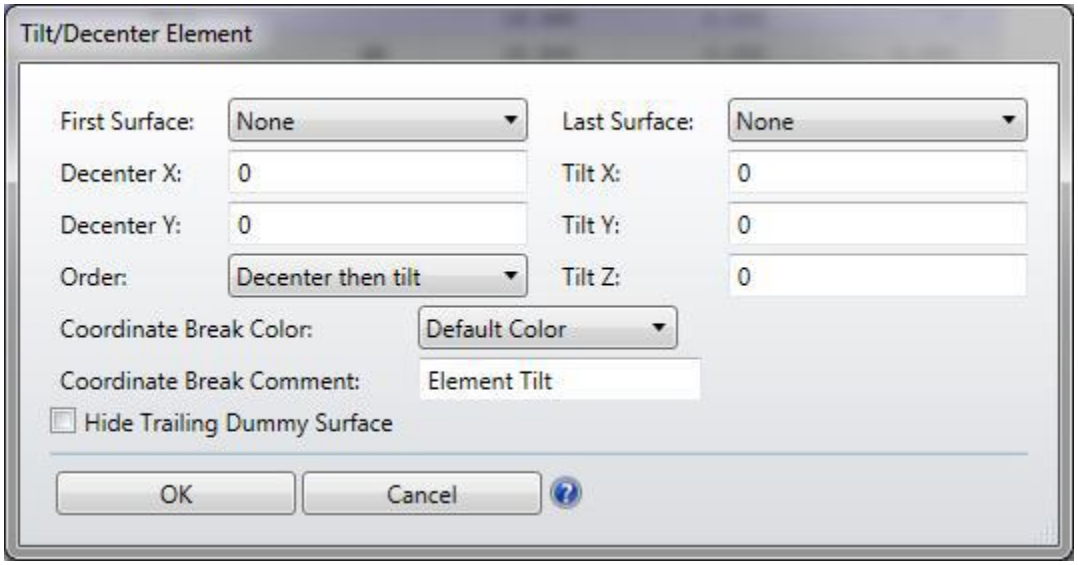
[旋转/偏心元件] (Tilt/Decenter Elements)

将倾斜和偏心添加到特定范围的表面。



此功能根据需要插入坐标间断和虚拟表面，以使单个表面或范围内表面倾斜/或偏心。有关坐标间

断的更多信息，请参阅“坐标间断 (Coordinate Break) ”。



设置 (Settings) ：

[起始面] (First Surface) 此表面是镜头组要倾斜/偏心的第一个表面。

[终止面] (Last Surface) 此表面是镜头组要倾斜/偏心的最后一个表面。

[偏心 X、Y] (Decenter X,Y) 以镜头单位表示的 X 和 Y 偏心。

[X、Y、Z 倾斜] (Tilt X,Y,Z) 绕 X、Y、Z 轴的旋转，以度为单位。

[顺序] (Order) 先倾斜后偏心，或者先偏心后倾斜。

[坐标断点颜色] (Coordinate Break Color) 选择用于所插入的坐标间断表面在编辑器表格中显示的行颜色。有关行颜色的描述，请参阅“行颜色 (Row Color) ”。

[坐标断点备注] (Coordinate Break Comment) 所插入坐标间断表面的备注字符。

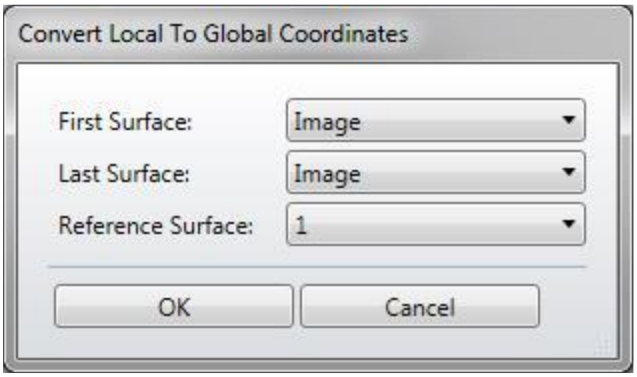
[隐藏拖动的虚拟面] (Hide Trailing Dummy Surface) 如果选择此选项，“光线忽略这个面 (Skip Rays To This Surface) ”和“不绘制这个表面 (Do Not Draw This Surface) ”选项将对于后续插入的任何作为倾斜和偏心工具修改的一部分的虚拟面生效。请参阅“表面属性 (Surface Properties) ”窗口的“绘图 (Draw) ”部分。

[局部到全局坐标系] (Local To Global)

局部坐标系转换到全局坐标系。



此功能结合、修改和删除现有的坐标间断表面，按要求使用相对于参考表面的单个偏心或旋转来定位一组表面。不修改表面的原始位置，只修改坐标的偏心和旋转量。另请参阅“全局到局部 (Global To Local) ”。



设置 (Settings) ：

[起始/终止面] (First/Last Surface) 可修改的表面范围。起始面必须在终止面之前。这两个表面都不能是坐标间断面。

[参考面] (Reference Surface) 作为参考坐标和旋转的表面的序号。此表面必须在起始面之前。

此功能自动在公共参考坐标系中放置表面。一组表面由坐标间断或像面结尾的任何数量的表面定义。然后，通过三个坐标间断面相对于参考面定位每个表面组。第一个坐标间断将坐标系返回到参考面。第二个坐标间断使用 x 偏心、y 偏心和厚度（z 坐标）相对于参考面定位表面组。最后，第三个坐标间断将表面组旋转到正确的方向。在定义的表面范围内，每组三个坐标间断在每组表面之前。此工具的主要应用是相对于公共参考放置所有表面组，以进行公差或扰动分析。

如果任何表面厚度、忽略表面或某个范围内的任何坐标间断属性受多重结构编辑器控制，则不支持此功能。

[全局到局部坐标系] (Global To Local)

全局坐标系转换到局部坐标系。



此功能可以将所有连续坐标间断合并成单一的坐标间断。当将多个坐标间断放置在连续表面上时，可以将它们合并成单个坐标间断并具有相同结果。不修改表面的原始位置，只修改坐标偏心和旋转量。每一组表面都将参考前一组表面的局部坐标。连续坐标间断合并也可用于逆转由局部到全局坐标系工具执行的过程。另请参阅“局部到全局坐标系 (Local To Global) ”。

如果某个范围内的任何坐标间断属性受多重结构编辑器控制，则不支持此功能。



设置 (Settings) ：

[起始/终止面] (First/Last Surface) 可修改的表面范围。起始面必须在终止面之前。这两个表面均不是坐标间断面。

[顺序] (Order) 选择“前进 (Forward) ”表示使用偏心后倾斜的坐标间断；或者选择“翻转 (Reverse) ”表示使用先倾斜后偏心的坐标间断。有关更多信息，请参阅“顺序标记 (The order flag) ”。

[添加反射镜] (Add Fold Mirror)

使指定表面成为反射镜，并插入所需的坐标间断使光束弯折。

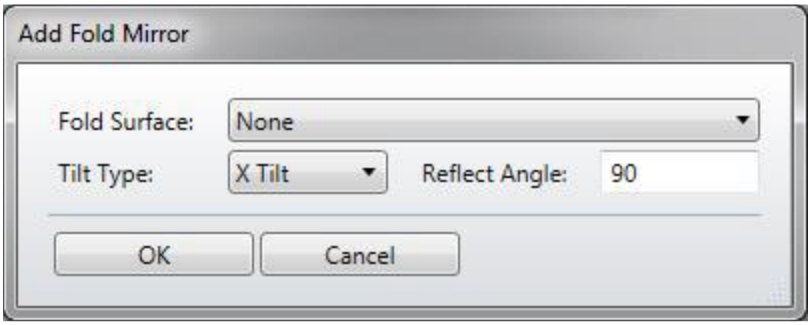


此功能插入两个虚拟面，分别位于选定折转面的前面和后面。然后折转面变为镜面，并将新插入的两个相邻的表面设置为具有相应倾斜角的坐标间断面。第二个倾斜角设置为从第一个倾斜角拾取。最后，由于新的镜面，所有后续表面的厚度和曲率需更改符号。

如果选定的表面不是一个平面及空气中标准类型的虚拟面，则此功能可能不能提供有用的甚至正

确的变换。在使用此功能之前，虚拟面应位于所需的反射镜位置。例如，要在两个相距 100 毫米的透镜中间插入反射镜，应在两个透镜之间插入一个虚拟面，且两个表面距离虚拟面的距离均为 50 毫米。这样，此虚拟面就可以作折转表面了。

此功能可能不适用于具有可改变任意之前表面参数或玻璃数据的多重结构操作数的镜头。



设置 (Settings) :

[折转面] (Fold Surface) 选择用于成为折转面的表面。该选定表面应该为位于所需折转位置的虚拟面。

[反射角] (Reflect Angle) 入射和反射光束之间的角度。

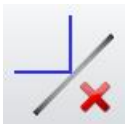
[倾斜类型] (Tilt Type) 用于选择绕局部 X 轴或 Y 轴倾斜。

翻转反射镜后续表面的限制

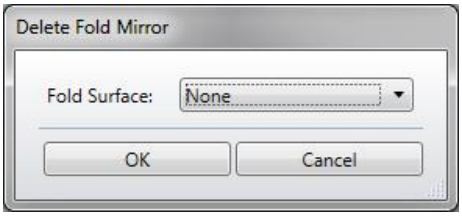
插入一个镜面后，必须将后续所有表面翻转，等同于相同的光线追迹+Z 变成-Z。对于大多数 OpticStudio 表面，这意味着改变曲率半径的符号或者改变任何其它决定表面矢高的参数的符号。对于用户自定义的表面，OpticStudio 无法自动进行这种调整。同样，对于非序列组件 (NSC) 表面，OpticStudio 也不能自动进行调整。通常，OpticStudio 通过改变出射的 Z 坐标的符号并将所有组件绕 Y 轴旋转 180 度来翻转 NSC 表面。然而，如果 NSC 内部物体不是关于其局部 XZ 和 YZ 平面对称，则此方法无效。因为物体的 Z 向宇称必须被修改，没有常规的方法可以对所有 NSC 物体进行此操作。

[删除反射镜] (Delete Fold Mirror)

删除现有的反射镜，包括所有相邻的坐标间断。



此功能可删除一个反射镜。如果此镜面之前是厚度为零的坐标间断，则此坐标间断也将被删除。如果此镜面之后是坐标间断且镜面厚度为零，则此坐标间断也被删除。所有删除表面的厚度将按要求加到前一个表面上。所有后续表面和厚度将按要求以符合正确的符号规约自动翻转。有关详细信息，请参阅“翻转反射镜后续表面的限制 (Limitations of reversing surfaces following the fold mirror) ”。如果选定的表面不是平面及空气中标准类型的镜面，此功能可能提供不了有效甚至正确的转换。



设置 (Settings) :

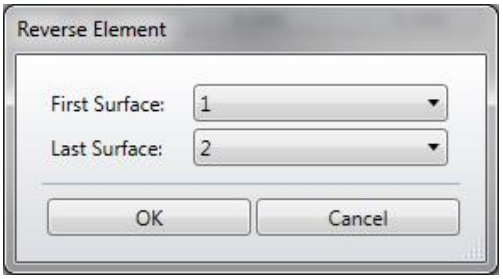
[折转面] (Fold Surface) 选择要删除的镜面。

[翻转元件] (Recerse Elements)

翻转透镜元件或透镜组。



对于表面范围中包含镜面、坐标间断、多重结构控制数据、表面倾斜和偏心或者其他非标准面型表面的情况，此功能将无法正常使用。翻转可影响的数据求解会被删除。仔细检查翻转后的系统以确认获得了所需的结果。



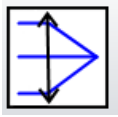
设置 (Settings) :

[起始面] (First Surface) 被翻转的镜头组中的第一个表面。

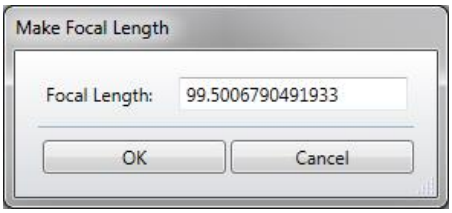
[终止面] (Last Surface) 被翻转的镜头组中的最后一个表面。

[按焦距缩放] (Make Focal)

将镜头缩放到所需的焦距。

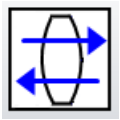


除了直接输入一个所需的焦距外，按焦距缩放与镜头缩放功能基本相似。整个透镜会被缩放到满足指定焦距值。



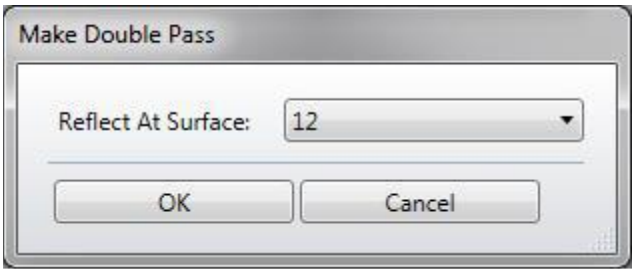
[生成双通系统] (Make Double Pass)

在特定的表面创建第二通路以建立光线通过该光学系统反射回来的传播。



此功能通过在任一表面对系统进行反射，并适当使用拾取求解将所有选定表面之前的表面数据复制以生成双通系统。“在第几面反射 (Reflect At Surface) ”的表面则变成镜面。在该表面之后的所有表面数据都将丢失，使用拾取求解反射和复制此表面之间的所有表面数据以生成双通系统。

请注意，此功能将删除所有求解类型。



设置 (Settings) :

[在第几面反射] (Reflect At Surface) 插入镜面且生成反射系统的表面

详述 (Discussion)

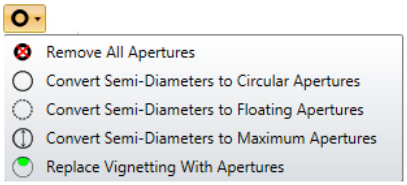
对于包含坐标间断或某些特殊表面类型，如非序列组件表面和渐变折射率表面的系统，此功能可能无法正确工作。多重结构内也不支持此功能。

[孔径] (Aperture)

在表面设置孔径。



下列工具可以通过孔径工具栏按钮 (Aperture Toolbar Button) 的下拉菜单访问。



[移除所有表面孔径] (Remove All Aperture)

关闭所有表面孔径。此功能将所有表面孔径类型设置为“无”。注意，浮动孔径会自动添加到具有用户自定义净口径或半直径值的光焦度表面上，因此这些孔径不能被删除，有关更多信息，请参阅“半直径 (Semi-diameters) ”。

[将半直径转换为表面孔径] (Convert Semi-Diameters to Circular Apertures)

将所有未给出表面孔径的表面转换为具有固定净口径或半直径孔径的表面，其孔径设置为与净口径或半直径值对应的环形孔径。同时也可以将所有具有净口径或半直径拾取求解和浮动孔径的表面转换为具有固定净口径或半直径孔径的表面，其孔径设置为与净口径或半直径对应的环形孔径。

此功能主要目的是简化渐晕效应分析。对于大部分光学设计，在优化过程中最好使用渐晕因子（参阅“渐晕因子 (Vignetting factors) ”）。然而，渐晕因子只是一个近似值。此功能可将所有的净口径或半直径转换成表面孔径。然后，渐晕因子可能被删除（该功能不会对此自动执行），并且光瞳可能被过度填充以便观察光线真正地通过系统的位置。

[将表面孔径转换为浮动孔径] (Convert Semi-Diameters to Floating Apertures)

将所有没有表面孔径的表面转换为浮动孔径，在净口径或半直径值处渐晕。除了使用浮动孔径而不是使用固定的环形孔径以外，此功能与“将半直径转换为表面孔径 (Convert Semi-Diameters to Circular Apertures) ”非常相似。浮动孔径将表面的净口径或半直径设置为“自动 (automatic) ”模式，并根据净口径或半直径值动态调整渐晕。注意，对于任何净口径或半直径，如果它是“固定 (fixed) ”的，则它将继续保持固定，并所有的渐晕将在每个表面指定的净口径或半直径上发生。

[将表面半直径转换为最大通光口径] （ Convert Semi-Diameters to Maximum Apertures)

为了在所有结构中所有光线可没有渐晕的通过，将所有没有表面孔径的表面转换为净口径或半直径，并达到最大值。此功能的主要目的是在变焦透镜系统的所有表面上都设置足够大的孔径。请参阅“半直径：最大 (Semi-Diameter:Maximum) ”。

[以表面孔径替代渐晕系数] (Replace Vignetting with Apertures)

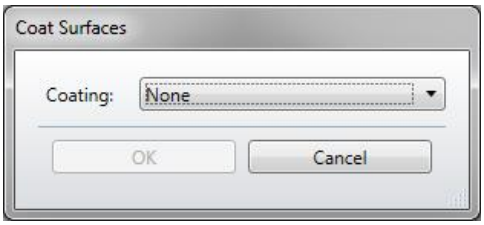
删除所有的渐晕因子并设置表面孔径。此工具与 OpticStudio 中许多分析功能使用相同的算法，将渐晕因子替换为表面孔径。分析功能必须从定义的视场点之间追迹来自视场点的光线，这是因为渐晕仅对离散的视场点定义。此工具在检查 OpticStudio 是否正确进行这些转换时很有用，而且可以很方便地删除渐晕因子。

[将膜层添加到所有镜头表面] (Add Coating To All Surface)

将所有指定膜层添加到具有空气-玻璃边界的所有表面。



将所有指定膜层添加到具有空气-玻璃边界的所有表面。如果选择此选项，则此工具会提示输入要应用的膜层名称。可以选择任一定义了的膜层名称，或者选择“无 (None) ”以去除表面已有的膜层。所有定义了从玻璃到空气之间过度的表面都可以应用（或者移除）膜层。因此，此功能主要用于应用抗反射膜层。



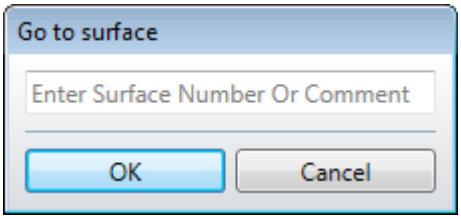
设置 (Settings) :

[膜层] (Coating) 选择将要应用到所有空气-玻璃界面的膜层。

[转到表面] (Go To Surface)



转到指定序号的表面。



[默认列序（镜头数据编辑器工具栏）] (Reset Column Order (lens data editor

toolbar))

将列序重置为默认设置。



[默认列宽（镜头数据编辑器工具栏）] (Reset Column Widths (lens data editor toolbar))

将列宽重置为标准尺寸。



[自动列宽] (Automatic Width)



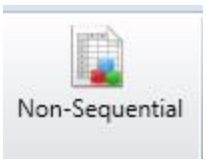
设置每列列宽，以便完全显示单元格内容和标题。

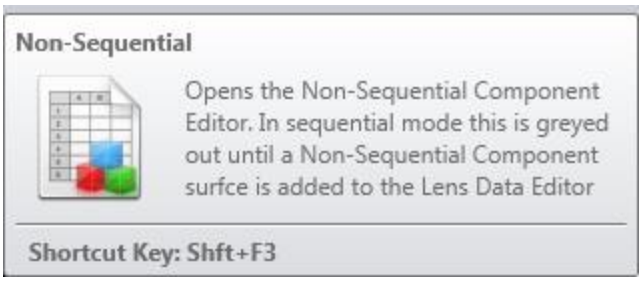
[帮助（镜头数据编辑器工具栏）] (Help (lens data editor toolbar))

此功能可查看更多帮助信息。



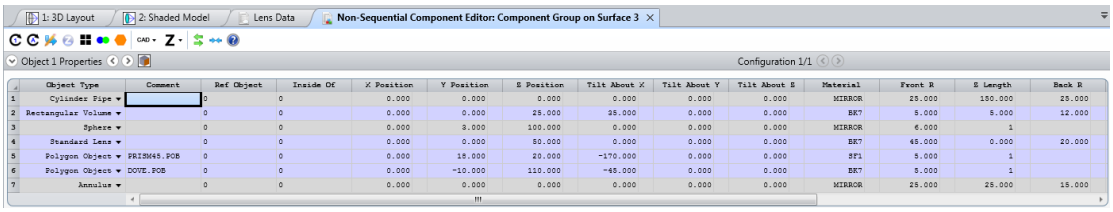
[非序列元件编辑器] (Non-Sequential Component Editor)





设置菜单（Set up）的编辑器部分（Editor section）中提供了“非序列元件编辑器（Non-Sequential Component Editor）”按钮。在非序列用户界面模式下，使用非序列元件编辑器可以插入和删除物体，选择物体类型和属性，并设置求解和变量。

以下截屏取自 OpticStudio 非序列其它样本文件“Demo 1.ZMX”：



NSC 编辑器（NSC Editor）只有在 OpticStudio 专业版和 OpticStudio 旗舰版支持的非序列组件表面类型（Non-Sequential Components surface type）内使用。该编辑器与镜头数据电子表格编辑器非常相似。只有当镜头数据编辑器（Lens Data Editor）中存在非序列组件表面（参阅非序列物体（Non-Sequential Objects），非序列表面（Non-Sequential Sources）和非序列探测器（Non-Sequential Detectors）），或者通过“设置（Setup tab）”菜单将程序模式设置为非序列模式（Non-Sequential Mode）时，才可以激活该编辑器。有关更改程序模式的更多信息，请参阅“程序模式（Program Mode）”。

对于不带端口的 NSC 光线追迹，可以使用 NSC 编辑器输入几乎所有需要的系统数据（除波长、玻璃库和膜层以外），而不需要使用镜头数据编辑器。对于带端口的 NSC 光线追迹，需要同时使用镜头数据编辑器和 NSC 编辑器描述系统。有关更多信息，请参阅参考文件“非序列概述（Non-Sequential Overview）”。

有关从 NSC 物体折射和反射，从 NSC 物体衍射，以及 NSC 中偏振和镀膜的更多信息，另请参阅参考文件“非序列概述（Non-Sequential Overview）”。

[非序列概述] (Non-Sequential Overview)

以下各部分是 OpticStudio 非序列光线追迹概述。

大多数成像系统可以很好地用序列光学表面描述，即光线严格按照序列从物面依次到第 1 面、第 2 面、第 3 面等等。按照这种预定的序列，每条光线“入射”每个表面有且只有一次。例如，序列模式下，光线追迹绝对不会从第 3 表面到第 9 表面，然后在回到第 1 表面。序列模式简单、数字运算快，在许多重要的案例中极为有用。

然而，有时非序列光线追迹是必须的。非序列是指光线按照实际物理顺序入射到不同物体或表面，而不是按软件内用户输入界面中各物体的顺序进行光线追迹。

[NSC 简介] (NSC Introduction)

非序列是指光线按照实际物理顺序入射到不同物体或表面，而不是按软件内用户输入界面中各物体的顺序进行光线追迹。注意，在非序列光线追迹中，光线可能多次入射到同一物体上，也可能一次也没有入射到某物体。总的来说，光线入射到物体的次序取决于物体的几何形状以及入射光线的角度和位置。需要进行或最好进行非序列光线追迹的物体，主要包括：棱镜、导光管、透镜阵列、反射器和菲涅尔透镜。特定类型的分析，例如杂散光或散射光效应分析，仅在完全非序列的环境下完成。

一般而言，能够对表面（而不是三维物体）进行序列光线追迹的镜头设计程序也可以对同样的表面模型进行非序列光线追迹；此时光线可能会简单地跳出序列顺序，通过表面。

在非序列光线追迹中使用表面来描述的系统缺点，在于不能充分的描述大多数光学组件。例如，透镜不仅包括前后表面，还包括边缘以及为了装配而修平的外缘。当光线遇到这些表面时，会在这些序列光线追迹代码忽略的附加面上发生反射或折射。以及复杂棱镜，如潜望镜或屋脊棱镜，包含许多表面，光线可能以复杂的顺序通过这些表面，这些顺序取决于入射光线的角度和位置。

为了对于这些类型的光学组件进行更为常规和准确的处理，就要用到三维实体模型，而不是二维表面。OpticStudio 称这些类型的光学追迹元件为非序列组件或 NSC，以区别于非序列光学表面或 NSS。OpticStudio 中 NSC 光线追迹包括以下功能：

定义或放置多个光源、物体和探测器。

确定实际的辐射度和光度学单位，包括瓦、流明、勒克斯、厘米坎德 (phot) 、英尺坎德

(footcandles) 及其它。

自动确定光线与物体相交的顺序。

自动确定反射、折射及全内反射 (TIR) 。

支持各种 3D 物体，包括衍射光学物体。

可对偏振光进行追迹和对任意的膜层进行分析计算。

散射统计模型，包括朗伯、高斯和 ABg。

自动为效率分析进行光线分束。

有关设置 NSC 组、定义物体以及通过 NSC 进行光线追迹的更多信息，请参阅下面的“NSC 光线追迹 (NSC Ray Tracing) ”部分。

[使用 NSC 光线追迹的方法] (Methods of Using NSC Ray Tracing)

OpticStudio 支持使用两种不同的 NSC 光线追迹方法：

对序列光学系统中的某一个 NSC 组进行光线追迹（带有端口的 NSC）。

对包括所有相关物体的某一个 NSC 组进行光线追迹（不带端口的 NSC）。

尽管两个方法中定义和放置 NSC 组件的方法是相同的，但是一些细节，例如：怎样发射光线，怎样展现分析，如何确定能量的分布以及哪种方法适用于哪种类型进行建模，都是有很大不同的。以下分别对带端口和不带端口的 NSC 进行说明。

[带端口的 NSC] (NSC With Ports)

此种方式通过一个 NSC 组追迹光线，作为其它序列系统的一部分。

当非序列光学物体或物体组是此外序列光学系统的一部分时，具有端口的 NSC 是最佳的选择。此系统的一个例子是，点或扩展面物体光线以序列光路通过一个或几个传统的透镜之后，以非序列光路通过一个棱镜或导光管并照射到像面上。

此方法在光线进入或出射 NSC 组时需要使用端口。在“带端口的 NSC 光线追迹 (NSC ray tracing with ports) ”部分中详细描述了端口。当使用端口时，光线从物面上已定义的视场位置出射，这些

光线忽略 NSC 组中的光源和探测器。光线必须通过输出端口离开 NSC 组，然后继续通过序列系统中剩下的物体。

当使用分析功能如光扇图、点列图以及 MTF 时，只考虑通过端口进入和出射 NSC 组的光线。OpticStudio 中所有常见的序列光学系统的数据，如视场位置及光瞳尺寸，决定了进入 NSC 组的光线属性。所有常规的 OpticStudio 分析，如光扇图和点列图仍可以进行（尽管取决于 NSC 系统特性，这些数据可能无意义）。

[不带端口的 NSC] (NSC Without Ports)

此种方式通过一个包含所有相关物体的 NSC 组进行光线追迹。

有些系统根本没有序列光路或部分，例如车前灯反射器、复杂导光管或常规照明系统。有时在对名义上的序列光学系统（如照相机镜头或望远镜）进行鬼像、杂散光以及散射光属性分析时，要把整个系统置于非序列组中并要对整个模型进行非序列光线追迹。对于这些系统或分析，选用无端口的 NSC 会更好一些。

此方法要求使用 NSC 光源发射光线。当不使用端口时，光线只从定义的 NSC 光源发射，并且这些光线将考虑 NSC 组中的探测器物体。

由于从 NSC 组中光源发射的光线不能通过输出端口离开，唯一可用的分析是用探测器物体测得的光线分布及能量。

虽然两个方法中定义和放置无端口和有端口 NSC 组件的方法是相同的，但是一些细节，如：怎样发射光线，怎样展现分析，如何确定能量的分布以及哪种方法适用于哪种类型进行建模，都是有很大不同的。以下说明带端口和不带端口的 NSC。

[带和不带端口的 NSC] (NSC With and Without Ports)

三维布局图、线框模型以及实体模型 (both Solid Model and Shaded Model) 分析功能都能同时显示来自序列输入端口的光线和无端口的 NSC 中所定义的光源发出的光线。从输入端口入射的光线不会与任何 NSC 探测器相互作用；同样，由 NSC 光源发出的光线也不会与输入端口、输出端口以及任何 NSC 组之外定义的光学物体相互作用。

因此，当使用无端口的 NSC（即在 NSC 组中定义了光源）时，建议将这些布局图功能总的绘制光线数目设置为零，但不作为要求。这样会减少显示的混淆。有时在同一个视图上同时显示来自输入端口的序列光线以及非序列光线是非常有用的，尤其是当杂散光分析中设置挡板的时候。

此外，还有特定针对 NSC 的三维布局图功能，此功能仅显示在单个 NSC 组中定义的物体和光线。

[带 NSC 的近轴数据和光线追迹] (Paraxial data and ray tracing with NSC)

在 NSC 中没有近轴光线追迹。当近轴光线追迹到非序列表面时，则以等效的实际光线代替其追迹。对于非序列系统来说，几乎所有的近轴数据如焦距及 F 数都是无意义的。一些 NSC 系统在实际光线接近光轴时运行如同光线为理想近轴光线一样好。然而，带有遮光或仅有部分在光路中物体的 NSC 系统将无法正确预测任何近轴数据，因此对于这些系统来说，近轴数据应当被视为无意义的。

混合模式（带有输入端和输出端）中的 NSC 光线追迹 NSC ray tracing in mixed mode (with entry and exit ports)

对于一组使用端口的 NSC 物体的完成光线追迹需要以下基本步骤：

1） 通过镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 中插入一个非序列组件表面 (Non-Sequential Components surface) ，作为非序列组件的入口。

2） 非序列组件表面参数用来定义非序列组件的输出端口位置。

3） 使用非序列物体表面相关联的列表定义物体。

4） OpticStudio 序列地追迹光线到输入端口，然后在 NSC 组内内部进行非序列光线追迹，直到光线到达输出端口。

5） 通过输入端口进入 NSC 组的光线不能分束。

非序列物体表面具有决定光线在何处出射 NSC 组的参数，如下所述。

[输入口] (The Entry Port)

与平面、球面或圆锥非球面类似，非序列组件表面的位置通常也是在镜头数据编辑器中由其前一个表面来确定的。表面形状可以做成超半球表面，从而允许接受4π立体角范围的光线。非序列组件表面是进入一组物体之后进行非序列光线追迹的输入端口。输入端口决定了光线进入 NSC 组的方式。任何物体都不要放置在接触或靠近输入口的位置。

[输出口] (The Exit Port)

在非序列组件表面定义时，需要使用 9 个参数：

[显示端口] (Draw Ports ?) 如果为 0，表示不显示端口；如果为 1，表示绘制输入口；如果为 2，

表示绘制输出口；如果为 3，表示同时绘制输入口和输出口。

[输出口 X] (Exit Location X) 相对于输入口的输出口 x 位置。

[输出口 Y] (Exit Location Y) 相对于输入口的输出口 y 位置。

[输出口 Z] (Exit Location Z) 相对于输入口的输出口 z 位置。

[输出口 X-倾斜] (Exit Tilt About X) 输出口关于局部 X 轴的旋转。

[输出口 Y-倾斜] (Exit Tilt About Y) 输出口关于局部 Y 轴的旋转。

[输出口 Z-倾斜] (Exit Tilt About Z) 输出口关于局部 Z 轴的旋转。

[顺序] (Order) 如果顺序标记为 0，则上述位置和倾斜按下列顺序完成：x 偏心、y 偏心、z 偏心、绕全局 z 轴旋转、绕全局 y 轴旋转、绕全局 x 轴旋转。如果标记为非零，则顺序相反。这与序列坐标间断表面使用顺序标志等于零时所遵循的规约是一样的。

[光线反向] (Reverse Rays) 如果标记为 0，则 OpticStudio 假设非序列组作用与折射镜头相似。如果此标记为 1，则 OpticStudio 假设非序列组如同反射镜工作。例如，假如光线进入以非序列组，以相对于局部 z 轴的正方向追迹，并离开输出口后仍以相对于局部 z 轴的正方向继续传播，则标记为 0。如果光线与入射方向相反，则光线反向标记应为 1。

[输出口直径] (Exit Port Diameter) 该参数以镜头单位表示。圆形输出口的直径是由非序列组件表面后一面的净口径或半直径来定义的。注意，如果需要其它形状的孔径，可以在输出表面上设置任何其它孔径。

这些参数定义了相对于输入口的输出口的位置和尺寸。如果输出口和输入口的位置恰好重合，光线则直接射出非序列组件而不经过任何物体。这意味着输出口位置 z 坐标不能为零。

非序列组件表面的玻璃栏也可用于定义 NSC 物体所在位置的“背景 (background) ”和介质的折射率。处于非序列组件表面后的表面与在坐标系中进行偏心和倾斜定向调整后的标准面一样。

注意，输出口的位置与非序列组件表面后一表面位置相同，并且其在三维空间的位置由非序列组件表面的参数决定。不使用非序列组件表面的厚度，只使用位置和倾斜参数。输出口不应该放置在与输入口相同的位置，或在其胶合距离内（参与“镜头单位下的胶合距离 (Glue Distance In Lens Units) ”）；否则入射 NSC 组件的光线将迅速到达输出口，且不与组内的任何物体相交。尽可能不要将物体放置在或围绕在输出口位置。

[光线追迹] (Ray Tracing)

[捕捉光线输入] (Getting Rays In)

一根光线从物面出发，以常规序列方式经过镜头追迹到非序列组件表面。然后，光线进入与该面相关联的非序列组件，并且开始进行非序列光线追迹。

当光线进入 NSC 组件后，光线可能发生三种情况：

1） 光线到达输出口。

2） 光线不到达任何物体。

3） 光线到达组件内某一物体。

如果光线到达输出口，则计算出在输出口处的光线坐标和方向余弦，然后，光线再次以序列方式通过其余的透镜表面。

如果光线没有到达任何物体，则光线追迹终止，且光线追迹功能在下一表面返回“光线丢失 (ray missed) ”报错信息（因为光线根本没有到达输出口，输出口往往是序列光线追迹部分的下一个表面）。

如果光线到达 NSC 组件内的物体，则光线将反射、折射或全内反射 (TIR) ，或者被吸收，这取决于光线所到达物体的属性。通过输入口进入 NSC 组件的光线不能分束。如果光线被吸收，则光线追迹终止并返回一个光线丢失的错误信息；否则，将会计算新光线坐标及方向余弦，并重复此过程直到满足下列条件之一：

1） 光线到达输出口。

2） 光线没有到达任何物体。

3） 光线被吸收。

4） 光线与物体相交的次数超过了所允许的最大数量（参阅“每条光线最大交点数目 (Maximum Intersections Per Ray) ”）。

第 1、2、和 3 中情形的处理方法如上所述。对于第 4 中情形，即使在技术层面上仍可追迹光线，但是为了防止光线无限循环的出现终止追迹，此时光线追迹返回光线丢失的报错。

[捕捉光线输出] (Getting Rays Out)

当光线到达输出口时，将计算光线在输出口坐标系的坐标和方向余弦，然后以序列追迹方式通过其余表面。如果后一表面是另一个非序列组件表面，则对于该非序列组件中所定义的物体将重复上面的光线追迹过程。注意，一个非序列物体组件中的光线不会“看见”定义在另一个非序列组件中的物体，即使两个非序列组件在物理空间共享同一位置；并且，一个非序列组件中的光线也不会“看见”该组件之外的其它表面。

非序列模式（没有端口）中的 NSC 光线追迹 NSC ray tracing in non-sequential mode (without ports)

通过一组无端口 NSC 物体的光线追迹需要执行下列基本步骤：

1） 在“设置菜单 (Setup Tab) ”上将程序模式更改为非序列模式。

2） 在非序列元件编辑器 (Non-Sequential Components editor) 中插入光源、物体和探测器。

这里不需要考虑输入口或者输出口，因为当使用无端口的 NSC 时它们被忽略掉了。需要在 NSC 编辑器外定义的数据有：

光线追迹所使用的波长（在“系统选项 (System Explorer) ”中）

所用的玻璃库（在“系统选项 (System Explorer) ”中）

膜层定义（在于当前镜头相关的膜层文件中）

[光线追迹] (Ray Tracing)

[捕捉光线输入] (Getting Rays In)

为了捕捉光线进入 NSC 组件，需要定义一个或多个光源。OpticStudio 支持点光源、矩形光源、椭圆光源、用户自定义光源和其它光源模型。每个光源物体都需要定义以下参数（有时还需要定义其它参数）：

[#输出光线条数] (#Layout Rays) 确定当创建布局图时，有多少随机光线从光源发出。

[#分析光线条数] (#Analysis Rays) 确定当展现分析时，有多少随机光线从光源发出。

[能量（单位）] (Power (units)) 能量是光源在所定义的范围内的总功率。功率单位由系统光源单位确定。有关详细信息，请参阅“光源单位 (Source Units) ”。

[波数] (Wavenumber) 波数用在对随机光线的追迹中。0 表示复色光，此时系统根据波长数据对话框中定义的权重来随机选取光波波长。

注意，多个光源可以通过定义不同的功率和波数叠加，来创建正确的复色光源。光源可以毫无限制的放置在任何位置（甚至在物体内部）。光线一旦出射，便开始非序列光线追迹。

当光线进入 NSC 组件后，光线可能会发生以下两个情形：

1） 光线不到达任何物体。如果光线不到达任何物体，则该光线追迹终止。

2） 光线到达 NSC 组件内某个物体。如果光线到达物体，则光线发生反射、折射、全内反射（TIR）、散射、分束、衍射或被吸收，或者是其中几项的组合，这取决于所遇到物体的属性。

[探测光线] (Detecting Rays)

当光线到达探测器时，光线所入射的像素点也就确定了，并且总的像素能量随光线能量积累。探测器可能具有吸收、反射、透射或者折射特性。

重复进行此过程，直到满足下列情形之一：

1） 光线没有到达物体。

2） 光线被吸收。

3） 光线与物体相交的次数超过了允许的最大数量。

4） 光线总的段数超过了系统允许的最大值。

5） 光线的相对或绝对能量低于最小阈值。

在“系统选项 (System Explorer) ”的“非序列 (Non-Sequential) ”部分中定义了有关物体数量、光线段数和光线能量的限制。第 1 和 2 种情形的处理方法如之前所述。对于情形 3、4 和 5，即使在技术层面上仍可追迹光线，但为了防止光线的无限循环，需终止追迹。可以通过探测器 (Detectors) 、光线追迹/探测器控件 (Ray Trace/Detector Control) 发射光线，以及重置探测器。

[发射用于分析的光线] (Launching rays for analysis)

可以通过探测器、光线追迹/探测器控件发射光线，以及重置探测器。

[结合带和不带端口的 NSC] (Combing NSC With and Without Ports)

三维布局图、线框图以及实体模型图这些分析功能都能同时显示来自序列输入端口的光线和无端口的 NSC 中所定义的光源发出的光线。从输入端口入射的光线不会与任何 NSC 探测器相互作用；同样，由 NSC 光源发出的光线也不会与输入端口、输出端口以及任何 NSC 组之外定义的光学物体相互作用。

因此，当使用无端口的 NSC（即在 NSC 组中定义了光源）时，建议将这些布局图功能绘制的光线数目设置为零，但不作为要求。这样会减少显示的混淆。有时在同一个视图上同时显示来自输入端口的序列光线和非序列光线是非常有用的，尤其适用于杂散光分析中设置挡板的时候。

此外，还有特定针对 NSC 的三维布局图功能，此功能仅显示单个 NSC 组中定义的物体和光线。

[放置物体] (Object Placement)

NSC 编辑器 (NSC Editor) 允许规范放置物体。在 NSC 组件中放置物体的规约和限制至关重要。物体可以放置在三维空间的任何位置，并且可以相对于任何其它物体位置进行放置，还可以将整个物体放置在其它物体内部，或与其它物体相邻。

更多有关信息，请参阅非序列物体 (Non-Sequential Objects) 、非序列光源 (Non-Sequentail Sources) 和非序列探测器 (Non-Sequential Detectors) 部分。

[坐标系] (Coordinate System)

每个物体的位置由 6 个参数定义：x、y、z 坐标，以及物体关于 x 轴、y 轴和 z 轴的旋转。OpticStudio 首先在 x、y、z 轴上偏心（由于偏心正交，因此前后次序对其没有影响），然后 OpticStudio 沿局部 x 轴旋转（这样使 y 轴和 z 轴旋转至新的方向），然后沿新的 y 轴旋转（这样使 x 轴和 z 轴发生旋转），最后沿新的 z 轴旋转。这与顺序标记为 0 的坐标间断规约一致。从物体局部坐标向全局坐标的转换可以用下面的方程式来表示：

$$\begin{bmatrix} x_g \\ y_g \\ z_g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_l \\ y_l \\ z_l \end{bmatrix}$$

其中下标 g 表示全局坐标，o 为偏移量，l 为物体局部坐标。矩阵 R 为旋转矩阵，它联系着局部与全局坐标的定位。这些方程式可以简洁的表示为 G = O + RL，其中 G 为全局坐标矢量，O 为偏移矢量，R 为旋转矩阵，L 为局部坐标矢量。有关旋转矩阵更多信息，请参阅“全局坐标参考面 (Global Coordinate Reference Surface) ”，也可以逆转旋转顺序，请参阅“物体属性 (Object Properties) ”的“类型部分 (Type section) ”下的“使用全局 XYZ 旋转顺序 (Use Global XYZ Rotation

Order) ”。

[参考物体] (Reference Objects)

通常，一个物体的位置和旋转以另一个物体作为参考是非常有用的。尤其当物体放置在某个物体组中，然后偏心或倾斜整个物体组时非常有用。

坐标所参考的物体称为“参考物体 (reference object) ”。默认的参考物体是物体 0，即非序列物体表面的顶点。如果指定参考物体为编号大于零的正数，则物体的坐标以指定物体的位置和旋转作为参考。这是“绝对 (absolute) ”参考物体。

如果参考物体的编号是负数，则参考物体将通过当前物体编号加到负的参考物体编号上确定。这是“相对 (relative) ”参考物体。例如，如果物体 8 的参考物体是-3，则参考物体为 5，因为 8 - 3 = 5。相对参考物体在复制和粘贴物体组时非常有用。如果组中的所有物体都是相对于组内第一个物体的相对参考，这是最容易的。

当使用参考物体时，旋转和偏移矩阵将变成：

$$G' = O' + R'G$$
$$G' = O' + R'[O + RL]$$
$$G' = [O' + R'O] + [R'R]L$$

系统支持任意数量的坐标参考嵌套，所以物体 9 可以放在物体 5 的坐标系中，且物体 5 放在物体 3 的坐标系中。唯一的限制是在物体列表中，参考物体必须位于参考它的物体的前面。要修改参考物体，不需要手动重新计算物体的坐标和角度，请参阅“修改参考物体 (Modify Reference Objects) ”。

[放置在内部、相邻、叠加] (Placement Inside, Adjacent, Overlapping)

在“将光源放置在物体内部 (Placing sources inside objects) ”部分介绍了将光源放置在其它物体内部，以及使用“内部 (Inside Of) ”列的绝对值和相对值。

通过将某个物体放置到另一个物体内部、与其相邻或与其重叠，从而形成更复杂的物体。这种复杂物体的光线追迹属性取决于各个物体的位置和类型，以及他们之间是否接触或重叠。此处所说的接触是指在三维空间中一个物体的边界表面上的一个或多个点在三维空间的位置与另一个物体边界表面上的点相同。镜面物体可以随意放置，甚至可以与其它物体部分接触或完全置于其它物体内部，而不受任何限制。光线通常经过镜面反射后，再返回到光线先前所经过的任何介质。

[镜头单位下的胶合距离] (Glue Distance In Lens Units)

当两个非序列物体接触时，例如一个透镜与一个棱镜的某个表面接触，数字舍入将会使光线追迹算法探测到两个物体之间有微小距离。当物体在三维空间中旋转并且由于在电子表格编辑器中输入了有限数位的数值使得彼此靠的很近时，此种情况也会发生。

胶合距离是物体之间可视为相互接触的距离。重要的是如果物体间距与胶合距离太接近，物体就不会被视为分开。如果有意要将两个物体接触，则物体之间的最大间隔必须比胶合距离小很多倍。如果有意要将物体分开，则物体之间的间隔要比胶合距离大很多倍。物体之间的间隔接近于胶合距离时，会产生前后矛盾的光线追迹或者几何错误。这需要通过调整物体间隔或者胶合距离来避免。

胶合距离也决定了光线追迹的最小传播长度。如果光线与物体的交点与前一个交点的距离小于胶合距离，则忽略这一交点。

胶合距离也用于与一般曲面相关的光线追迹的公差。OpticStudio 将会进行迭代，直到光线与表面截距解的误差小于胶合距离的五分之一。

大部分情况下，不需要对胶合距离进行调整。胶合距离不得小于 1.0E-10 且不能大于 1.0E-03。

[嵌套物体限制] (Nesting Object Limits)

最大嵌套物体数限制可以通过用户自定义。此选项定义了物体之间相互内置的上限数。例如，如果可嵌套物体最大数为 3，则表示物体 3 可以放置于物体 2 内部，且物体 2 同时置于物体 1 内部。可存在任意数量的物体组，每组嵌套 3 层物体。这个上限适用于任何物体集合中的总嵌套，但是在 NSC 组中可能有任意多组这样的集合。嵌套物体的最大数在“系统选项 (System Explorer) ”的“非序列部分 (Non-Sequential section) ”中设置。尽管最小设置为 4，但是不要将嵌套物体设置的比系统模拟所需数量大，会占用很多内存。

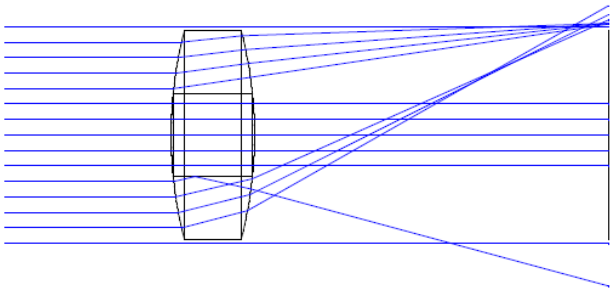
[嵌套物体] (Nesting Volumes)

由于 OpticStudio 必须记录光线所经过材料的折射率，所以折射材料的物体就更为复杂。简单的规则是：如果光线在空间内同一点入射多个物体，NSC 编辑器 (NSC Editor) 列表中的最后一个物体决定该点的所在的表面或材料属性。

> **如果光线在空间内同一点入射多个物体，NSC 编辑器 (NSC Editor) 列表中的最后一个物体决定该点的所在的表面或材料属性。**

例如，如果一个衍射光栅透镜定义为物体 1，而另一个由玻璃或空气制成具有相同厚度或半径的非衍射光栅透镜的物体 2,置于物体 1 中；则入射物体 1 和物体 2 所在区域的光线就会表现为只入射物体 2。

这就允许定义带有“孔（holes）”的物体或其它复合型物体。物体之间可以有一个或者多个的相交面、嵌套或者不嵌套、或部分重叠，以创建各种复合实体形状。



[嵌套面] (Nesting Surfaces)

上面所定义的嵌套规则适用于折射或反射材料组成的实体。当有多个表面在空间中同一点存在时，一些特定的面也会产生“嵌套（nested）”。表面嵌套的规则与实体嵌套规则相似，但是表面不能折射。

实体嵌套的规则同样适用于实体表面嵌套：如果光线在空间中同一点入射多个物体，则 NSC 编辑器列表的最后一个物体将决定该点所在表面或材料的属性。

如果光线在空间中同一点入射多个物体，则 NSC 编辑器列表的最后一个物体将决定该点所在表面或材料的属性。

对于表面而言，当在光线交点处有多个表面时，需要考虑以下规则：

1） 列表中的最后一个表面决定表面的属性。

2） 如果列表中最后一个表面为镜面，则光线将反射。

3） 如果列表中最后一个表面为吸收面，则光线将被吸收。

4） 如果列表中最后一个表面既不是镜面也不是吸收面，则光线将忽略该表面。

5） 表面物体不能与立体物体具有共同的边界，除非该表面物体是反射型或吸收型，或者除非立体物体位于表面物体后面。在这种情况下，立体物体定义了共同边界的属性。

6） 仅仅标准表面物体可以有共同的边界，在将来的版本中，可能会加入支持其它表面类型的表面物体嵌套功能。

[从 NSC 物体折射和反射] (Refraction and Reflection From NSC Objects)

所有的 NSC 物体允许在 NSC 编辑器 (NSC Editor) 中指定物体的材料（渐变折射率介质材料需单独定义，参阅“定义渐变折射率介质用于非序列光线追迹 (Defining GRIN media for non-sequential ray tracing) ”）。物体的反射、折射和吸收属性取决于物体类型（无论是表面物体或立体物体）以及材料的名称。材料名称可以是空白、“MIRROR”、“ABSORB”，玻璃名称，表格玻璃名称，MIL 数，或者模型玻璃。

[没有定义材料] (No Material Defined)

空白材料被认为其代表的折射率为 1，它可能是也可能不是非序列空间的背景折射率（在镜头数据编辑器中通过 NSC 表面的折射率设置）。

[MIRROR 或 ABSORB] (MIRROR or ABSORB)

MIRROR 类型材料表明物体反射所有入射光线。ABSORB 类型材料表明物体吸收所有的入射光线。请注意，即使对 NSC 物体的表面应用反射膜层，ABSORB 材料也会吸收所有入射光线。

如果一个表面或者物体是 MIRROR 类型，并且没有指定膜层，则表面被指定应用铝膜，其折射率为 0.7-7.0i。铝膜被定义为足够厚且没有光线可以通过膜层传播。这意味着该未涂覆膜层的表面的反射率小于 1，但反射率的准确值将取决于光线的偏振。

[按玻璃名称定义材料] (Material defined by a glass name)

在玻璃库中定义均匀介质玻璃。更多有关信息，请参阅“指定要使用的玻璃库 (Specifying which glass catalogs to use) ”。

[按表格玻璃定义材料] (Material defined by a table glass)

要定义一个表格玻璃，请参阅“使用表格玻璃 (Using table glasses) ”。

[按 MIL 数定义玻璃] (Material defined by MIL number)

一个六位的 MIL 数，例如 517642，可以用来定义一个近似的材料玻璃。更多有关 MIL 数玻璃的信息，请参阅“使用 MIL 数玻璃 (Using MIL number glasses) ”。

[按玻璃模型定义材料] (Material defined by a glass model)

玻璃模型使用 3 个独立项来定义一个典型的色散曲线。模型玻璃比 MIL 数玻璃更加灵活，但是不如实际的测量数据好。更多信息请参阅“使用模型玻璃 (Using model glasses) ”。

[按材料定义物体属性] (Object properties by material)

下表描述了物体的属性。

物体类型	材料为空或玻璃	材料为“MIRROR”	材料为“ABSORB”
立体	所有面均为折射面。	所有面均为反射面。	所有面均为吸收面。
表面	忽略物体。		
多边形物体（立体）	如果POB文件的某个面已标记为反射或吸收，则此面保持反射面或吸收面。折射面保持折	如果 POB 文件的某个面已标记为吸收，则此面保持为吸收面。所有其它面变为反射面。	如果 POB 文件的某个面已标记为反射，则此面保持为反射面。所有其它面变为吸收面。
多边形物体（表面）	忽略物体。	如果 POB 文件的某个面已标记为吸收，则此面保持为吸收面。所有其它面变为反射面。	如果 POB 文件的某个面已标记为反射，则此面保持为反射面。所有其它面变为吸收面。

反射型物体通常是面型物体，而不是体型物体。空的导光管也可以用一组平面反射器来建模。有些反射器封闭成一个体，其内部将看不见光线。例如，包括所有表面在均设置为反射的矩形以及球形立体。任何材料为“MIRROR”的物体均为反射。

折射物体通常必须是一个封闭体。立体折射器包括透镜、棱镜、实体导光管。吸收物体可以是材料名称设置为“ABSORB”的面型物体或体型物体。多边形物体可以由面元组成，并且单个面元可以是折射面、反射面或吸收面。

[偏振和镀膜] (Polarization and Thin Film Coating)

无论是考虑光线的偏振效应或者是忽略偏振，均可以对非序列组件进行光线追迹。光线的初始偏振状态由光源的属性决定，请参阅“物体属性 (Object Properties) ”的“光源 (Sources) ”部分。如果使用了偏振光追迹，则对于所有表面应考虑光能的透射、反射和吸收情况。体吸收也应当考虑进去。膜层可以大大改变光学表面的反射和透射属性。初始的表面均无膜层，但膜层可应用于表面或表面组。

[为接触面添加膜层] (Coating on surface in contact)

如果两个表面相互接触，例如两个 45-45-90 的棱镜放置一起，使得其中一个棱镜的表面与另一个

棱镜的表面接触，则可以在两个接触表面之间镀膜。

为此，可通过前面所说的“物体放置 (Object Placement) ”中的规约来完成。该规则是：位于 NSC 编辑器 (NSC Editor) 列表中的最后一个物体决定两个物体接触面的属性。

例如，为了在两个棱镜的交界面镀金属薄膜，从而形成一个分光器，列表中第一个棱镜物体的接触面应该为“未镀膜”，所列的第二个物体的接触表面应该镀上合适的膜层。从任何一侧入射到该分界面上的光线将会照射到正确的膜层，并且可以准确的计算光线的透射率或反射率。注意，作为 POB 物体建模的棱镜在不同表面上可以应用不同的膜层，所以有些表面可以镀上防反射膜而另一些表面可以镀上反射膜。

[散射（非序列概述）] (Scattering (non-sequential overview))

在任何光线与表面相交处均可能发生散射。散射属性的定义是针对物体上的每一面的。一个面是一个多或多个表面的集合，且该表面应用相同的光学属性。例如，对于单透镜，有 3 种表面：前面、后面和其余所有面（包括边缘和边缘周围的方形面）。默认的散射模型是“无散射 (No scattering) ”，这意味着不发生散射。这样产生的光线称为无散射光线或“反射光”光线（即使该表面实际并不是反射面）。

以下各部分描述的设置位于“NSC 物体属性 (NSC Object Properties) ”的“膜层/散射 (Coat/Scatter) ”和“散射路径 (Scatter To) ”部分。

[散射分数和散射光线数] (Fraction to Scatter and Number of Scatter Rays)

如果在散射模式中选择不是“无散射 (No Scattering) ”、“ABg”、“ABg 文件”或“IS 散射库 (IS Scatter Catalog) ”，就必须定义“散射分数 (Fraction to Scatter) ”。此分数必须介于 0.0（无光线散射）和 1.0（每一条光线均散射）之间。对于 ABg 和 ABg 文件散射模型，由 ABg 参数确定散射分数，请参阅“定义 ABg 数据 (Defining ABg data) ”。对于 IS 散射库散射模型，分数始终是 1，无需用户控制此输入，此模型的总积分散射包含在测量数据里。

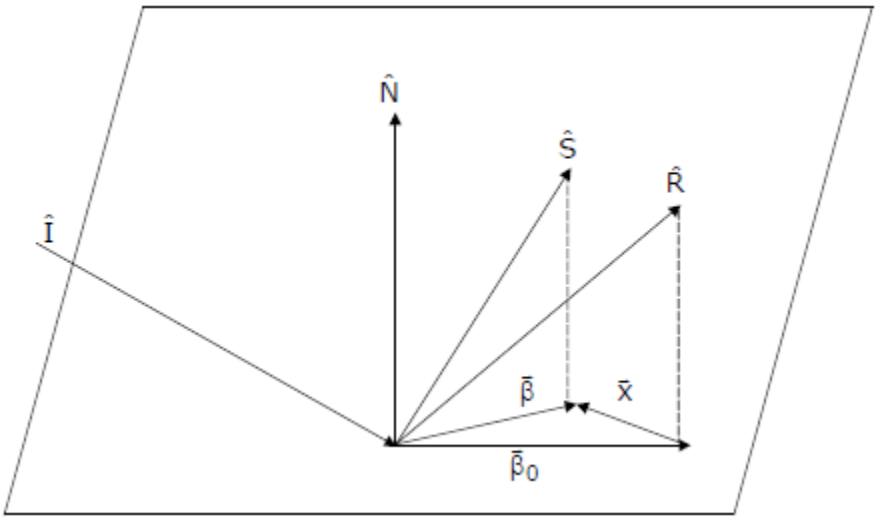
如果关闭光线分束，是否发生散射是由产生 0.0 和 1.0 之间的随机数来确定。如果此随机数大于散射分数，则此光线不发生散射，反之，则发生散射。例如，如果散射分数为 1.0，则光线始终是散射的。如果散射分数为 0.0，则光线决不发生散射。如果散射分数为 0.25，则平均四分之一的光线发生散射。光线的能量都沿着随机产生的散射路径传播。如果关闭光线分束，则不会影响散射光线的数量。

如果打开光线分束，OpticStudio 会将反射光分裂成一条或更多的散射光线，同时还可能追迹反射

光。反射光线会接受到原始光的一部分能量，其大小为（1.0-f），其中 f 为散射分数。剩余的能量将会在一条或多条散射光线中平均分配。散射光线的数目决定产生多少散射光线。例如，如果散射分数是 1.0，反射光会接受不到能量，并不会再进行追迹。所有能量都会平均分配到散射光中。如果散射分数是 0.0，没有散射光被追迹，而反射光保有所有初始能量。如果散射分数是 0.25，并且散射光线数目为 5，反射光接收 0.75 的相对能量，而每条散射光线的相对能量为 0.05。如果散射光线的数目为 0，则忽略散射分数，并且不存在散射。散射光线的最大数目是 300，但是通常使用的值小得多。

[散射模型] (Scattering Models)

散射模型用光强的概率分布函数来定义。当 OpticStudio 散射一条光线时，将会选定一个新的传播方向。该方向将通过使用概率函数以及一个或多个随机数来确定。所产生的效果是：当有大量光线追迹时，所产生的散射光线分布将接近于概率分布函数。下图定义了用于描述散射模型的向量。



法线向量 N 定义了表面在光线与表面相交点处的方向。入射光线向量为 I，反射光线向量为 R，散射光线向量为 S。反射光线向量可以是反射或折射光线的向量。为了简洁起见，图中所示光线为反射向量。注意，N、I、R 和 S 均为单位向量。反射和散射光线向量在表面上的投影分别表示为 β_0 和 β。这些投影不是单位向量，向量 β_0 的幅度大小为 $\sin\theta_r$，向量 β 的幅度大小为 $\sin\theta_S$，其中 θ_r 和 θ_S 分别是反射光线向量和散射光线向量于法线向量之间的夹角。散射向量 (β-β_0) 表示为 x，并且如果|x|为 0，散射和反射光线向量将一致。x 如何确定取决于所选择的散射模型。

向量 β_0 和 β 的最大幅度是 1.0。但是由于这些向量一般不能指向同一个方向，因此向量 x 的最大幅度可为 2.0。向量 x 必须在投影平面的单位圆内得到向量 β。

[双向散射分布函数] (Bi-Directional Scatter Distribution Function)

双向散射分布函数（BSDF）定义为单位入射的辐照度所对应的散射辐射度。或者：

$$\mathrm{BSDF}(\theta_i, \phi_i, \theta_s, \phi_s) = \frac{dL_s(\theta_s, \phi_s)}{dE_i(\theta_i, \phi_i)}$$

其中，θ 从法线开始测量，ϕ是方位角，下标 i 和 s 分别指入射和散射方向。注意，BSDF 的单位是球面度的倒数。BSDF 经常定义为矢量 x 的函数而不是极坐标 θ 和ϕ的函数。且通常，BSDF 表示为入射角和波长的函数。BSDF 也可指两个独立的函数，BRDF 和 BTDF，分表表示反射和透射分布。

在所有可能的散射角（半球）上对 BSDF 积分被称为总积分散射 (Total Integrated Scatter (TIS)) 。由以下公式定义：

$$\mathrm{TIS}(\theta_i, \phi_i) = \iint BSDF(\theta_i, \phi_i, \theta, \phi) cos\,\theta sin\theta d\theta d\phi$$

其中，i 表示入射方向。对除了 ABg 以外的所有散射模型，将 BSDF 归一化得到 TIS，等于“散射分数 (fraction to scatter) ”参数。对于 ABg 模型，TIS 必须小于 1.0，而且 TIS 表示散射能量的占比。所有剩下的能量被认为是反射的。

[可用散射模型] (Available Scatter Models)

有七种散射模型可供选择：无散射、朗伯 (Lambertian) 、高斯 (Gaussian) 、ABg、ABg 文件、BSDF 和用户自定义。

以下各部分定义了每个可选的散射模型。

[无散射] (No Scattering)

对反射光线不做任何修改，BSDF 为零且$\vec{x}$向量的幅度大小为 0。

[朗伯散射] (Lambertian Scattering)

对于朗伯散射，散射光线投影矢量$\vec{\beta}$在单位圆内等概率分布，且 BSDF 为 1/π。

散射光强与$\cos\theta_s$成正比。

注意，朗伯散射对于光线的入射角是相互独立的。大多数漫反射表面近似为朗伯型。

[高斯散射] (Gaussian Scattering)

高斯散射的形式为：

$$BSDF(\vec{x}) = Ae^{\frac{-|\vec{x}|^2}{\sigma^2}}$$

其中 A 为归一化常数。所产生的分布在方向余弦空间旋转对称，不考虑反射光线与平面法线方向所成的角度。σ 值决定了在投影面上高斯分布的宽度。当 σ 值大于 5.0 将使得 BSDF 近似为朗伯模型。因此，高斯模型允许的 σ 最大值为 5.0。

[ABg 散射模型] (ABg Model Scattering)

ABg 散射模型是一种广泛用于定义 BSDF 的方法。散射主要是由于随机的各向同性表面粗糙度造成的，并且当粗糙度的尺度小于散射光的波长时，该散射模型可以认为是一个很好的模型。这一假设对于已抛光光学表面通常是成立的。ABg BSDF 由以下公式给出：

$$BSDF(\vec{x}) = \frac{A}{B + |\vec{x}|^g}$$

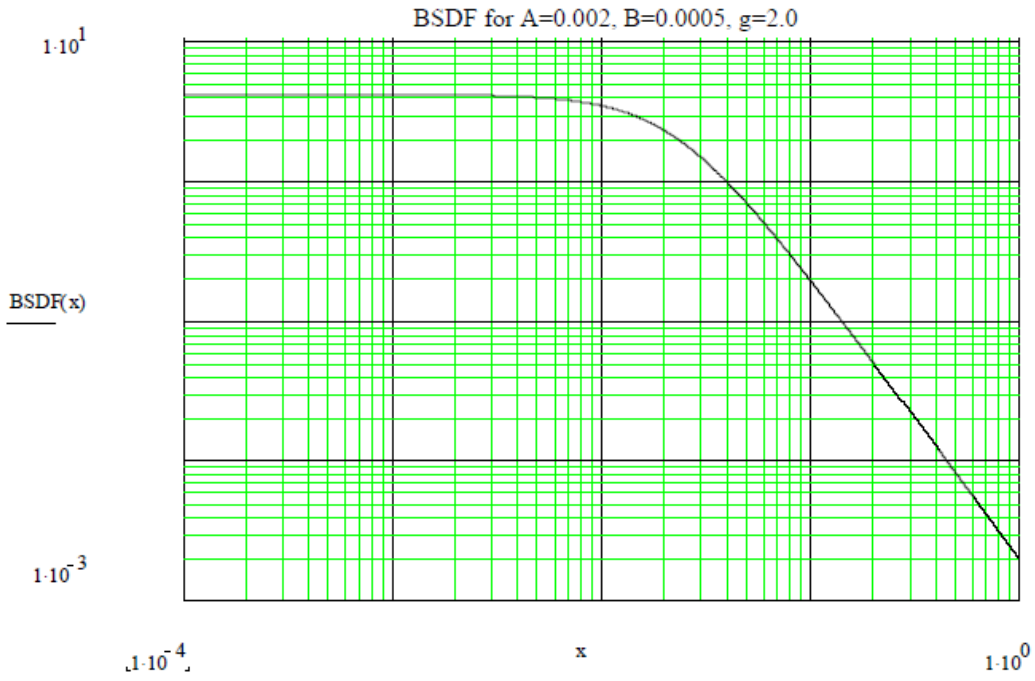
以下是对模型参数的约束：

A 必须大于等于 0，B 必须大于 1E-12，除非 g = 0.0。
如果 g 为 0.0，则 B 可以为 0.0。
如果 A 为 0.0，将不发生散射。
如果 g 为 0.0（注意 g 可以取任意值，正值或负值，但是一般在 0.0 和 3.0 之间），则 BSDF 为常量：

$$BSDF(\vec{x}) = \frac{A}{B + 1}$$

且所产生的散射是有效的朗伯散射模型。
如果使用 A、B 和 g 的设置产生 BSDF 相对平坦的曲线，此时使用朗伯模型数值计算速度将会更快。

典型的 ABg BSDF 曲线如下图所示，其中参数 A = 0.002，B = 0.005，g = 2.0。



ABg BSDF 模型具有一些有趣的特性（当 g 不等于 0 时）：

当$|\vec{x}|^g \ll B$时，随着$|\vec{x}|$趋向于 0，BSDF 曲线变得平滑并趋向于 A/B 值。

当$|\vec{x}|^g \gg B$时，BSDF 在 log-log 图中变成了一条直线，斜率为-g。

曲线的平坦和倾斜部分的转折点在$|\vec{x}| = \beta_t$，其中$\beta_t = 10^{\frac{logB}{g}}$。

[定义 ABg 数据] (Defining ABg data)

经常会出现这样的情况：一个光学系统中的多个物体使用相同的 ABg 数据。为了避免多次输入相同的数据，简化 ABg 数据编辑的任务，OpticStudio 提供了一个 ABg 数据库。它可以直接在 OpticStudio 中编辑，请参阅“ABg 散射数据库 (ABg Scatter Data Catalogs) ”。注意，为了使能量守恒，所定义的 ABg 数据必须在所有可能的散射角上的积分且总值必须小于 1.0。

OpticStudio 允许针对反射和折射分别定义 ABg 数据。如果反射光线发生反射或折射，接着该光线会使用合适的系数进行散射。在对话框控件中出现的 ABg 数据名称是在 ABg 散射数据文件中定义的。可以通过在“系统选项 (System Explorer) ”窗口的“文件 (Files) ”部分中选择使用 ABg 数据文件。

OpticStudio 首先确定是否将光线散射，如“散射 (Scattering) ”部分所述。如果光线发生散射，散射光线将随机产生。如果大量的光线发生散射时，会得到恰当的 BSDF 函数，从而可产生光线的方

向。

有关使用源光谱 (Source Color spectrum) 定义光源的散射模型的重要信息，请参阅“ABg 数据的波长缩放 (Wavelength scalling of ABg data) ”。

[ABg 文件散射] (ABg File Scattering)

ABg 文件散射模型允许使用 ABg 配置文件的总和来定义表面的散射属性。在文本文件中指定了所要使用的配置文件。该文本文件必须有 .ABGF 扩展名并且必须位于<data>\ABg_Data 文件夹中（请参阅“文件夹 (Folders) ”）。ABGF 文件指定的所有配置文件必须在当前加载的 ABg 数据文件中定义（参阅“ABg 数据文件 (ABg Data File) ”），并且所有配置文件必须使用大写字母指定（不考虑 ABg 数据文件中配置文件名称的大小写）。

ABGF 文件的语法为：

Number of profiles Weights_Are_Absolute<optional> Profile_1_Name Profile_1_Weight

Profile_2_Name Profile_2_Weight

...

文件的第一行应包含 1 个或 2 个数字：第一个数字用于定义 ABGF 文件包含的 ABg 配置文件的数量，第二个数字（可选值）用于定义一个标记，该标记表示了为每个配置文件提供的权重是相对值还是绝对值。如果省略此标记或者将其设置为零，则配置文件权重为相对值；否则，配置文件权重为绝对值。在这两种情况下，都将每个配置文件的 BSDF 值乘以相应的配置文件权重，再全部相加。如果配置文件权重取为相对值，则将 BSDF 值总和除以权重总和，由此产生的散射分布对应于所定义的考虑权重后的配置文件总和。相反，如果配置文件权重取为绝对值，则不将 BSDF 值的总和归一化，由此产生的散射分布对应于所定义的配置文件的绝对值总和。在后一种情况下，由用户来确定根据指定 ABg 配置文件的绝对值总和得到的 TIS 结果对任何波长或者任何入射角不超过 1。

该文件的其余行包含所需计算总和的每个 ABg 配置文件的名称和相应的权重。输入的配置文件名称应与 ABg 散射数据库中出现的名称完全一致（参阅“ABg 散射数据 (ABg Scatter Data Catalogs) ”）。每个配置文件都被视为在 ABg 散射模型下（参阅“ABg 模型散射 (ABg model scattering) ”）。从而，如果在 ABg 散射数据库中为配置文件定义了参考波长，该配置文件的 ABg 数据可以通过波长来缩放，并且每个配置文件的 ABg 数据将在两个点之间，以入射角度最接近于散射光线入射角度进行插值。在汇总所有配置文件之前，先对 ABGF 文件中指定的配置文件进行波长缩放和对入射角插值。

在 ABGF 文件中可以指定的最大配置文件数为 20。如果需要增加此限制数量，请联系 OpticStudio 技术支持部门。

[BSDF 散射] (BSDF Scattering)

BSDF 散射模型可以使用表格 BSDF 数据来定义表面的散射特性。数据通过文本文件提供。文件必须遵照标题为“BSDF 数据交换文件格式规定 (BSDF Data Interchange File Format Specification) ”的文章中所述的 BSDF 数据交换文件格式。

该文章可以从 OpticStudio 知识库找到。https://www.zemax.com/support/knowledgebase

OpticStudio 允许为反射和折射分别定义 BSDF 数据。如果反射光线发生反射或折射，则该光线随后会使用合适的输入文件数据进行散射。此散射模型内的可用文件，必须具有.BSDF 扩展名（如介绍文件格式的文章所示），并且必须位于<data>\Scatterdata 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。文件名可以包含的最大字符数（包括.BSDF 拓展名）为 60。

知识库中标题为“如何使用表格数据定义表面散射分布 (How to Use Tabular Data to Define the Surface Scattering Distribution) ”的文章已提供了有关此模型及其用途的完成描述，OpticStudio 网站上也提供了该文章。

[IS 散射库散射] (IS Scatter Catalog Scattering)

该散射模型只可在旗舰版 OpticStudio 内使用。

IS 散射库散射模型允许使用 OpticStudio IS-SATM 装置测量的数据来定义表面的散射特性。此数据可以通过 OpticStudio 数据库中的二进制 ISX 文件提供（请参阅“下载 IS®散射库数据 (Download IS® Scatter Catalog Data) ”）。

OpticStudio 允许为反射和折射分别定义数据。如果反射光线发生反射或折射，则该光线后续将依照合适的输入文件数据进行散射。对于为散射模型提供的可用文件，必须具有.ISX 扩展名，并且必须位于<data>\Scatterdata 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。文件名可以包含的最大字符数（包括.ISX 拓展名）为 60。

此模型的功能与上述 BSDF 散射模型很相似，知识库中标题为“如何使用表格数据定义表面散射分布 (How to Use Tabular Data to Define the Surface Scattering Distribution) ”的文章中提供的许多描述也同样适用于此模型。而且，如果 ISX 文件内存在频谱/光谱信息，OpticStudio 也可以读取该信息。因此，此模型支持散射随波长变化。

用户可以指定从 ISX 读取的文件数据的角分辨率。目前的 OpticStudio 选项包括 5 度、2 度和 1 度，

其中的值是指极坐标（径向）和方位角的角分辨率。如果需要不同的分辨率选项和/或更高的分辨率，请联系 OpticStudio 技术支持部门。

IS-SA 可以用于分别测量散射样本的前后侧，也可以同时两侧测量。用户必须指定样本用哪一侧定义表面的散射分布。如果用户选择的是数据不可用的一边，OpticStudio 会发出错误消息，并强制选择另一可选面。

ISX 文件包含样本中光线散射的完整能量分布（反射和/或折射）。同样，没有任何自由度可指定独立表面的特性，以及应用于散射模型的任何表面膜层或散射分数，且当某表面选择 IS 散射库模型后，此控件将显示为灰色。

[用户自定义散射] (User Defined Scattering)

对常规的表面散射可以通过名为动态链接库 (Dynamic Link Library (DLL)) 的外部程序来定义。OpticStudio 提供了 DLL 的源代码例子。使用合适的编译器可以轻松创建新的 DLL。另请参阅“关于 DLL 的注解 (Comments about DLLs) ”。

[定义物体以使用 DLL 定义的表面] (Defining an Object to use DLL Defined Surface Scattering)

要使物体使用 DLL 定义的散射函数，从“物体属性 (Object Properties) ”对话框选择“用户自定义 (User Defined) ”散射类型，然后从“DLL 名称 (DLL Name)”框中列出的可用 DLL 散射函数中进行选择。

[DLL 参数] (DLL parameters)

在计算散射特性时，每个 DLL 可以用多达 6 个的自定义数据值作为参数。这些值由 DLL 定义，并且只被 DLL 使用。

[创建新 DLL] (Creating a new DLL)

DLL 必须包含两个函数：

UserScatterDefinition
UserParamNames

当光线散射时，OpticStudio 会将表面上的局部 x、y、z 坐标、局部法向向量、局部反射光线向量、偏振数据和其它参数数据这些用户定义参数传递至 UserScatterDefinition 函数中。然后，UserScatterDefinition 确定下列数值：

在是否有可选的新的电场矢量（如果没有提供此数据，OpticStudio 会进行合理的推断）/可选的 BSDF 和 TIS，且如果使用重点采样的情况下（参阅“重点采样 (Importance Sampling) ”），光线是否真的散射/散射光线的方向余弦/光线的衰减。

这些值返回 OpticStudio 并用于后续的追迹中。函数 UserParamNames 用于定义所有使用的参数名称。这些名称都会在“物体属性 (Object Properties) ”对话框的“膜层/散射 (Coating/Scattering) ”选项卡中显示。表面散射 DLL 必须在<program>\DLL\SurfaceScatter 文件夹中。请参阅“文件夹 (Folders) ”。

注意，当选择了用户自定义散射时，“散射分数 (Fraction to scatter) ”控件将会激活。只有允许散射部分的能量发送到 DLL。然而 DLL 可以选择不发生散射光线（请参阅下一部分的 DLL 示例）。

有关详细信息，请参阅 OpticStudio 提供的示例表面散射 DLL 文件的源代码。

表面散射示例 (Sample surface scattering) ： TwoGaussian.DLL

表面散射示例 TwoGaussian.DLL 支持的散射模型为 4 个模型的叠加：镜面反射、朗伯以及 2 个独立的高斯模型。DLL用参数数据定义散射能量的分数部分，可以是根据高斯Sigma 1进行散射的、根据Sigma 2进行散射的以及朗伯散射的。如果有剩余的部分，则是镜面反射。要了解如何在DLL中实现此目的，请参阅 OpticStudio 中提供的 Two Gaussian.c 源代码。

表面散射示例 (Sample surface scattering) ： K-correlation.DLL

表面散射示例 K-correlation.DLL 支持按照 K-correlation 分布的散射模型，如 Michael G-Dittman 撰写的文章“K-correlation 光焦度强度和表面散射模型 (K-correlation power spectral density & surface scatter model) ”中所述（(Proc. of SPIE 发表，第 6291 卷，62910R，2006 年）。DLL 输入包括表面粗糙度（以微米为单位）、特征表面波长（乘以 2π）和 BSDF 的对数斜率。有关详细信息，请参阅 OpticStudio 知识库中标题为“如何通过 K-correlation 分布对表面散射模型进行建模 (How to Model Surface Scattering via the K-correlation Distribution) ”的文章。可以将 OpticStudio 中提供的源代码文件 K-correlation.c 作为示例文件。

表面散射示例 (Sample surface scattering) ： RI-BSDF.DLL

表面散射示例 RI-BSDF.DLL 支持模型使用列表数据来定义一个表面的散射属性。可以将此 DLL 视为老旧的方式。任何希望通过表格输入数据来定义散射的用户都应使用的内置 BSDF 散射模型（参阅“BSDF 散射 (BSDF scattering) ”）。

[薄板散射] (Thin Window Scattering)

选择此选项后，光线仅当进入散射体时（即从空气中进入玻璃时）才发生反射式散射，并且仅在离开散射体时（即从玻璃进入空气时）才发生透射式散射，否则光线将沿着反射光线 (specular ray) 光程传播。此选项通常用于对测量散射数据的薄散射体进行建模（即选择了 BSDF 和/或 IS 散射库散射模型）。在薄散射体中测量反射式或透射式散射时，反射 (BSDF) 和透射 (BTDF) 测量包含散射体中的所有散射光程。由于每一组数据（BSDF 或 BTDF）均包含所有真实散射光程，因此在使用 OpticStudio 对散射进行建模时需要合并这些光程。因此，选择“薄板散射 (Thin Window Scattering) ”选项时，仅在从散射体中反射或透射时才发生散射。

[如何有效对散射进行建模] (How to Model Scattering Eifficiently)

通过追迹大量光线来得到入射到物体上相对较小数目的散射光线，如探测器。有两种方法可以提高散射分析的效率。

第一种方法是根据散射分布对光线进行散射，但是仅在光线向相关物体传播时才追迹光线。此方法可通过定义物体的“散射路径 (Scatter To) ”列表来执行。散射路径模型适用于大角度散射（如朗伯散射 (Lambertian scatter) ），此相关物体从散射表面看时包含相对大的角度。

第二种方法是始终向相关物体散射光线，然后在该方向上的光线能量进行归一化，来说明实际在该方向散射光线的几率。此方法被称为“重点采样 (Importance Sampling) ”。如果散射角度小或相关物体从散射表面看包含相对较小的角度时，则重点采样方法通常优于散射路径模型。

[散射路径列表] (The Scatter To List)

散射路径功能通过忽略那些没有直接向相关物体传播的被散射光线来加速散射分析速度。散射路径列表和考虑物体列表 (Consider Objects list) 非常相似（参阅“使用考虑物体列表定义光程 (Defining paths using the Consider Objects list) ”）。散射路径列表是一系列以空格隔开的物体序号。只在光线与列出的物体中的一个或散射光线的物体相交时追迹散射光线。例如，假设物体 2 以“3 4”定义散射路径列表。如果一条光线从物体 2 发生散射，只有当光线与物体 2、3 或 4 相交时，它才会被追迹。注意，任意其它的物体被忽略，所有散射光线会忽略没有明确列出（或散射物体本身）的任意物体，即使该物体直接位于散射点和列出的散射物体之间。

选择散射路径列表中的物体时，不能保证被散射的光线将被追迹到此物体。被散射的光线一般是基于入射光线到达物体的散射特性（参阅“物体属性 (Object Properties) ”对话框中的“散射路径 (Scatter To) ”部分）。OpticStudio 会产生散射光线，然后忽略那些没有与任一所列物体相交的光线。这个方法不能保证一条光线向所列出的物体散射。但是，可以扩大散射光线数目（参阅“散射分数和散射光线的数量 (Fraction to scatter and number of scatter rays) ”），来提高光线向所需方向散射的

可能性。

关闭“散射路径 (Scatter To) ”功能，将列表清空。在这种情况下，所有被散射的光线被追迹。散射路径列表和考虑物体列表的关键区别就是散射路径列表只应用于被散射的光线，而考虑物体列表应用于反射光线和散射光线。

[重点采样] (Importance Sampling)

重点采样通过选择所需方向上的散射光线来加快散射分析。要确定被散射光线的方向，需要通过位置、大小和极限来定义一个目标球体。目标球体的位置是通过一个物体序号的选择来定义的。目标球体将被放置在所选择物体的原点。任何物体类型都可能用到，包括空对象 (Null Object) 。尺寸参数定义了目标球体的半径，以镜头单位表示。极限参数用来定义从散射点看去目标球体的最大立体角，以球面度为单位。如果从散射点看去目标球体的立体角超过了极限值，此时重点采样将不会用于该散射光线。下面将讨论此功能的作用。

当光线从表面散射时，计算从散射点看去的目标球体的方向和偏心角。光线的方向是随机地从这个立体角内以等概率发出的。这将是散射光线的方向。注意，此方向不依赖于表面的双向散射分布函数（BSDF）。

由于光线方向无需考虑 BSDF 即可得到，因此光线所携带的能量必须进行修改才得到正确的光线追迹结果。散射光线所携带的能量取决于表面的 BSDF 和 TIS，关系如下：

$$E' = E\frac{BSDF}{TIS}\Omega\cos\theta$$

其中 E 是使用重点采样之前分配给散射光线的能量，E′是朝着目标球体追迹的光线能量，Ω是从散射点看去的目标球体的立体角，θ是局部法向与散射光线之间的夹角，而 BSDF 和 TIS 是一般的散射函数和总积分散射（参阅“双向散射分布函数 (Bi-Directional Scatter Distribution Function) ”）。注意，仅当 BSDF 在目标球体的立体角中保持均匀时，此能量的重归一化才精确。如果Ω与 BSDF 的变化相比较大，能量的归一化就不精确。因此，可能需要定义一个极限值。如果目标球体与散射点距离足够近，以致Ω超出极限值，则不能对该散射光线进行重点采样。

对每个物体最多可定义 6 个独立的目标球体。如果选中一条散射光线，使用第一个目标球体。如果选中两条散射光线，则使用前两个目标球体，以此类推，直至选中 6 条散射光线。如果选中 6 条以上的散射情况下，第七条和接下来的光线就根据 BSDF 进行散射，不采用重点采样。能量的归一化是复杂的，而且当散射光线数目与目标球体的数目不相等时，容易产生统计错误。要获得最快最准确的结果，请使用与目标球体数目相等的散射光线数。

[体散射] (Bulk Scattering)

物体的体散射方法在“物体属性 (Object Properties) ”窗口的“体散射 (Bulk Scatter) ”部分中设置。体散射模型是当光线通过一个实体物体时的随机散射。OpticStudio 支持 3 中用于实体的散射模型：无体散射 (No Bulk Scattering)、角度散射 (Angle Scattering) 和 DLL 定义散射 (DLL Defined Scattering) 。

[无体散射] (No Bulk Scattering)

如果选择无体散射，光线将通过实体时将不发生散射。

[角度散射] (Angle Scattering)

在实体内的角度散射是一种简单的散射模型。光线在介质中传播距离 x 时具有以下公式给出的综合散射概率：

$$p(x) = 1.0 - e^{-\mu x}$$

其中，

$$\mu = \frac{1}{M}$$

符号 M 是平均自由路径，以镜头单位表示。注意，随着 x 的增加，光线发生散射的概率逐渐趋向于 1.0。在 0.0 到 1.0 之间随机选取一个值赋予给上述表达式，然后求解出 x，以正确的统计信息随机生成了一个路径长度。如果该路径长度大于光线传播到下一个与物体交汇点的距离，就不会发生散射。否则，沿光线传播方向的某一具体位置，光线将发生散射。

一旦位置确定，通过新选定的光线方向就可以对散射进行建模。对于角度散射，随机选取一个角度，使得新光线的方向在圆锥角内服从均匀分布，这就对当前光线方向做出一定角度描述。圆锥角的半角是模型的一个参数，该参数应当在 0.0 到 180.0 度之间取值。角度为 180.0 度时，系统将在任一方向上随机散射光线。一旦光线发生散射，OpticStudio 将自动调整散射光线的偏振矢量并将相位随机化。

[DLL 定义散射] (DLL Defined Scattering)

如果简单的角度散射模型不能满足要求，就需要通过动态链接库 (Dynamic Link Library (DLL)) 链接外部程序来定义更复杂的体散射函数。OpticStudio 中提供了 DLL 示例及其源代码。通过合适的编译器就可以轻松的创建新的 DLL。另请参阅“关于 DLL 的注解 (Comments about DLLs) ”。

采样体散射：Poly_bulk_scat.DLL

采样体散射文件 Poly_bulk_scat 定义的散射概率如下：

$$P(\theta) = \sum_{i=0} c_i \theta^i$$

其中θ是散射光线关于非散射光线方向的极角。OpticStudio 提供源代码文件 poly_bulk_scat.c 以作为样板文件。

采样体散射：Henyey-Greenstein-bulk.DLL

Henyey-Greenstein 体散射模型定义的散射概率如下：

$$P(\theta) = \frac{1-g^2}{4\pi(1+g^2-2gcos\theta)^{3/2}}$$

其中θ是散射光线关于非散射光线方向的极角。参数 g 可以是从-1 到 0.9999 之间的任意值。如果输入的 g 值小于-1，则 g 被设为-1。如果 g 值比 0.9999 大，则 g 被设为 0.9999。如果输入的|g|值小于 1.0e-4 小，则 g 被设为 1.0e-4。OpticStudio 提供源代码文件 Henyey-Greenstein-bulk.c 作为样板文件。

采样体散射：Rayleigh.DLL

瑞利散射模型是根据瑞利理论对于非偏振输入光束定义以下的散射概率：

$$P(\theta) = (3(1+(cos\theta)^2))/(8\lambda^4)$$

其中θ是散射光线关于非散射光线方向的极角，λ是波长。进入 DLL 的输入是参考波长（Reference Wavelength，即与平均行程的输入值相关联的波长）和透射（Transmission，在各个发生散射的时刻允许损失的能量）。有关更多详细信息，请参阅 OpticStudio 知识库中标题为“体散射与瑞利模型 (Bulk Scattering with the Rayleigh Model) ”的文章。OpticStudio 提供源代码文件 Rayleigh.c 作为样板文件。

采样体散射：Mie.DLL

米式体散射模型根据米式理论来定义散射概率。OpticStudio 使用的算法取自于“微粒对光的吸收和散射 (Absorption and Scattering of Light by Small Particles) ”一书，Craig F. Bnhren 和 Donald R. Huffman 合著（John Wiley&Sons 出版，1983 年）。进入 DLL 的输入包括粒子折射率、粒子大小（以微米为单位）和粒子密度（以 cm^{-3} 为单位）。有关更多详细信息，请参阅 OpticStudio 知识库中标题为“如何使用米式模型模拟大气散射 (How to Simulate Atmospheric Scattering using a Mie model) ”的文章。OpticStudio 不提供的源代码文件。

采样体散射：Phosphor.DLL

荧光体散射模型是指可以同时发生荧光和散射的荧光材料。特定波长范围内的光（定义如“蓝色”）进入应用了 DLL 的介质，此光可以转换为其它波长（即经历荧光）或仅仅体散射。当输入光线经

历荧光时，所得到的光线会均匀等概率射出至 180 度锥角（即输入光线根据角度散射模型 (Angle Scattering model) 进行“散射”）。当输入光线散射发生荧光时，它会根据米氏分布 (Mie distribution) 进行散射。荧光光线（或不在“蓝色”波长范围内的任何其它输入光线）也可以根据米氏分布进行散射。DLL 的输入包括荧光的平均自由路径、定义为“蓝色”的波长范围以及与米氏分布相关的粒子参数。有关更多详细信息，请参阅 OpticStudio 知识库中标题为“使用荧光对白色光源进行建模 (Modeling a White Light Source using a Phosphor) ”的文章。OpticStudio 不提供的源代码文件。

[定义物体以使用 DLL 定义的体散射] (Defining an Object to use DLL Defined Bulk Scattering)

要物体使用 DLL 定义的体散射，在“物体属性 (Object Properties) ”对话框选择“体散射 (Bulk Scattering) ”选项卡，然后选择模型：“DLL 定义散射 (DLL Defined Scattering) ”。然后在“DLL:”控件中列出了可用的 DLL 函数。

[DLL 参数] (DLL Parameters)

每个 DLL 参数可以使用 0 到 16 个用户自定义数据值作为计算介质属性的参数。这些数值由 DLL 定义并且只能由 DLL 使用。

[创建新 DLL] (Creating a New DLL)

DLL 文件必须包含两个函数：

UserBulkDefinition
UserParamNames

当光线追迹通过使用 DLL 定义的体散射物体时，OpticStudio 将目前沿着光线传播的长度、不同光线的数值以及用户自定义的其它参数传递给 UserBulkDefinition 函数。然后 UserBulkDefinition 函数需要确定是否在沿传播长度的某一点光线发生散射。如果光线发生散射，此时 UserBulkDefinition 函数必须确定以下数值：

光线发生散射的位置 光线新的方向余弦 光线的衰减 新的电场向量（如果存在的话；如果该值没有提供，OpticStudio 将会进行合理的推断）

这些值将返回到 OpticStudio 用于继续进行光线追迹。函数 UserParamNames 用于定义所有用到的参数名称。这些名称出现在“物体属性 (Object properties) ”对话框的“体散射 (Bulk Scattering) ”选项卡中。体散射 DLL 文件必须位于<program>\DLL\BulkScatter 文件夹中。请参阅“文件夹 (Folders) ”。

[从 NSC 物体衍射] (Diffraction from NSC Objects)

一些 NSC 物体具有一个或多个衍射表面：如衍射光栅，二元面 1 和二元面 2 物体。这些物体根据光栅周期或相位以及衍射级次和波长，折射或反射和衍射光线。对于任意光线，如果追迹光线的衍射级次不满足光栅方程，则该光线的能量将沿零级次路径折射或反射。

所有衍射 NSC 物体均支持用于定义从物体衍射“级次 (order) ”的参数。此级次称为“主 (primary) ”衍射级次。通过输入口进入非序列组的序列光线将只沿主级次衍射。

如果光线分束关闭，则从非序列光源发出的光线只将沿主级次衍射。如果光线分束开启，则可以通过“物体属性 (Object Properties) ”对话框的“衍射 (Diffraction) ”选项卡上的设置控制衍射。此选项卡包括用来按级次分束光线的可选设置：允许同时追迹多个衍射级次。

当前模式不允许在软件内部计算每个级次的效率。可以根据“物体属性 (Object Properties) ”对话框中的“衍射 (Diffraction) ”部分中的设置定义效率。这些效率包括在此 NSC 物体的衍射面发生的任何菲涅尔损失，此类损失程度应在系统范围内。

有关衍射的更多信息，请参阅“物体属性 (Object Properties) ”对话框中“衍射 (Diffraction) ”部分。

[相干长度建模] (Coherence Length Modeling)

默认情况下，OpticStudio 中的非序列物体可以是纯单色光源，或者可以通过追迹多个单色光波长来建模复色光。从物理角度看，没有任何一个光源是单色光源。单色光源更切合实际的模型需要考虑光源所发出的光的波长范围。较为方便的参数是相干波长，其定义如下：

$$\Delta x = \frac{c}{\Delta f}$$

其中，Δx 是相干长度，c 是光波在真空中的速度，Δf 是光源发光的频率范围，又称为带宽。更为方便的表示是用相干长度来表示光源的波长范围：、

$$\Delta \lambda = \frac{\lambda^2}{\Delta x}$$

使用该表达式，容易计算出随着光线的传播，光程（相位）的变化情况。

OpticStudio 通过：

$$\Delta \lambda = \frac{\lambda^2}{\Delta x}$$

范围内随机选取用于计算光程（并且进而计算出相位）的波长来进行建模。OpticStudio 按均匀分布选取随机波长。从同一光源发出的两条光线的光程差越大，两条光线之间的相位差就越大；这意味着相干效应，表现如条纹可见度将减小。

实际上，OpticStudio 使用中心波长进行光线追迹。随机化波长仅用于计算相位的相干长度的影响。所以，只有通过相干计算才能表示相位的退化。为了关闭相干退化可以将相干长度设置为一个很大的数或 0。为了使光源完全不相干，可以将相干长度设置为很小的非零数。

[定义用于非序列光线追迹的渐变折射率介质] (Defining GRIN Media for Non-Sequential Ray Tracing)

任何一个封闭的实体物体可以由均匀的材料组成（默认假设）或由渐变折射率介质组成。所有用于非序列物体的渐变折射率材料均通过一个单独的动态链接库 (Dynamic Link Library (DLL)) 来定义。OpticStudio 提供了大量的 DLL，并附有其源代码。可以通过合适的编译器轻松创建新的 DLL。另请参阅“关于 DLL 的注解 (Comments about DLLs) ”。

[定义渐变折射率材料物体] (Defining an Object to be of Gradient Index Material)

为了创建一个具有渐变折射率材料组成的物体，从“物体属性 (object properties) ”对话框中选择“渐变折射率 (GRIN) ”选项卡，然后选择“使用 DLL 定义渐变折射率介质 (Use DLL defined GRIN media) ”。然后在“DLL:”控件中列出了可用的渐变折射率材料。

[渐变折射率物体最大步长大小的详述] (Discassion on Maximum Step Size for GRIN Objects)

最大步长大小决定着在光线追迹速度和精度之间的权衡。所需的精确值取决于折射率变化的速度和期望的计算精度。如果最大步长太大，光线追迹将会产生很大的误差，并且有些光线将会错过它们本应相交的物体，反之亦然。

[渐变折射率 DLL 参数] (GRIN DLL Parameters)

每一个 DLL 参数可以使用 0 到 12 个用户自定义数值作为介质属性的参数。这些参数由 DLL 定义

并且只能在 DLL 中使用。

[创建新的渐变折射率 DLL] (Creating a New DLL)

DLL 文件必须包含两个函数：

UserGrinDefinition
UserParamNames

当追迹光线通过一个渐变折射率介质时，OpticStudio 会向 UserGrinDefinition 函数传递光线当前的 x、y 和 z 位置（在物体的局部坐标系中），波长和其它用户自定义的参数。UserGrinDefinition 函数需要计算以下四个值：

n（折射率）
n*dn/dx（折射率乘以其在 x 方向的导数）
n*dn/dy（折射率乘以其在 y 方向的导数）
n*dn/dz（折射率乘以其在 z 方向的导数）

这四个值被返回到 OpticStudio 并且用于追迹光线通过渐变折射率介质。

函数 UserParamNames 用于定义所有使用的参数名称。这些名称出现在“物体属性 (Object Properties) ”对话框的“渐变折射率”选项卡 (GRIN tab) ”中。渐变折射率 DLL 必须放在 <data>\DLL\GradientIndex folder 文件夹。请参阅“文件夹 (Folders) ”。

[CAD 物体和 Grid_Gradient DLL] (CAD Objects and the Grid_Gradient DLL)

Grid_Gradient DLL 基于折射率数据的三维列阵，并且本质上与应用此渐变折射率的物体处于同一坐标系。这对于 CAD 物体来说尤为重要：强烈建议将 CAD 物体的原点设置在前表面。还应注意，CAD 精确度是光线追迹准确性的限制因素，建议在可能情况下尽量使用 OpticStudio 内置的物体。

[示例渐变折射率 DLLs] (Sample GRIN DLLs)

OpticStudio 提供了下列示例渐变折射率 DLLs。

DLL 名称	描述
GRIN 1	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = N_0 + N_{r1}r + N_{r2}r^2$， 与序列渐变 1 表面类型类似。此示例 DLL 还支持列阵 dx 和列阵 dy 值，用来定义一个渐变折射率变化，其在指定的间隔上是周期性的。此选项用于渐变折射率透镜列阵。如果列阵 dx 和列阵 dy 值均为零，则渐变不是周期的。
GRIN 2	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n^2 = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{r8}r^8 + n_{r10}r^{10} + n_{r12}r^{12}$， 与序列渐变 2 表面类型类似。
GRIN 3	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3$， 与序列渐变 3 表面类型类似。
GRIN 4	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_{x1}x + n_{x2}x^2 + n_{y1}y + n_{y2}y^2 + n_{z1}z + n_{z2}z^2$， 与序列渐变 4 表面类型类似。
GRIN 5	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 + n_{z4}z^4$， 与序列渐变 5 表面类型类似，但不相同。注意，在此渐变折射率模型中没有色散（不取决于波长）。
GRIN 6	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_1r^2 + n_2r^4$，其中 $n_x = A_x + B_x\lambda^2 + \frac{C_x}{\lambda^2} + \frac{D_x}{\lambda^4}$，适用于所有的三个值 n_x， 与序列渐变 6 表面类型类似。

GRIN 9	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0\left[1.0 - \frac{A}{2}r^g\right]$，其中 A 和 n_0 均为波长的函数： $A(\lambda) = \left[K_0 + \frac{K_1}{\lambda^2} + \frac{K_2}{\lambda^4}\right]^2$，和 $n_0 = B + \frac{C}{\lambda^2}$. 与序列渐变 9 表面类型类似，具有附加参数“g”，此值在序列渐变 9 表面固定为 2.0。
GRIN 10	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_{y1}y_a + n_{y2}y_a^{\ 2} + n_{y3}y_a^{\ 3} + n_{y4}y_a^{\ 4} + n_{y5}y_a^{\ 5} + n_{y6}y_a^{\ 6}$， 其中，$y_a = |y|$，||符号表示绝对值。这种形式的渐变在平面 y = 0 具有间断性，并且渐变关于 y = 0 平面对称。与序列渐变 10 表面类型类似，但没有色散模型。
GRADIUM	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = \sum_{i=0}^{11} n_i\left(\frac{z + \Delta z}{z_{max}}\right)^i$ 与序列渐变 GRADIUM 表面类型类似。此示例 DLL 要求色散数据始终在名为 SGRIN.DAT 的文件中，并要求轴向剖面数据始终在名为 PROFILE.GRD 的文件中，以及这两个文件始终位于<Glass>文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。 可以在 OpticStudio 知识库 https://www.zemax.com/support/knowledgebase 的标题为“如何在非序列模式下对 GRADIUM 透镜进行建模 (How to Model a GRADIUM Lens in Non-sequential mode) ”的文章中找到 DLL 的使用说明示例。
Grid_Gradient	根据文本文件中提供的数据定义渐变折射率介质，与序列网格渐变表面类型类似。请参阅“网格渐变 (Grid Gradient) ”。

TORUS	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = N_0 + N_{r2}t^2$, 其中，t 是到定义渐变折射率的 Toroidal 对称性的旋转轴的距离。其中一个定义参数为 Torus 半径。Torus 半径是从物体上的坐标 z =0.0 到定义 Torus 的旋转轴的位置的距离。

[定义在衍射表面分光的 DLL] (Defining DLLs for Ray Splitting at Diffractive Surfaces)

任何衍射表面均通过衍射级次可以将来自非序列光源的光线分光，从而能对多个衍射级次进行同步追迹。可以通过动态链接库 (Dynamic Link Library (DLL)) 外部程序来定义有多少光线发生分光，每一个衍射级次上的能量是多少。OpticStudio 提供了大量的 DLL 库，并附有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新的 DLL。另请参阅“关于 DLL 的注解 (Comments about DLLs) ”。

[用衍射 DLL 定义物体] (Defining an Objects to use the Diffraction DLL)

为了用 DLL 创建你是物体，从“物体属性 (Object Properties) ”对话框中选择“衍射 (Diffraction) ”选项卡，然后选择“利用 DLL 函数分光 (Split by DLL function) ”。在“DLL：”控件中列出了可用的 DLL 函数。

[衍射 DLL 参数] (Diffraction DLL Parameters)

每一个 DLL 都可以用 0 到 12 个用户自定义数值作为计算衍射表面的属性的参数。这些参数被 DLL 定义并且只能在 DLL 中使用。

[创建新的衍射 DLL] (Creating a New Diffraction DLL)

DLL 必须包含两个函数：

UserDiffraction
UserParamNames

当光线追迹通过一个衍射表面时，OpticStudio 将目前光线的 x、y、z 坐标（位于物体的局部坐标系中）、波长、目前被追迹的衍射级次以及用户自定义的光线指定数据和参数数据传递到 UserDiffraciton 函数。然后函数 UserDiffraciton 需要计算每个衍射级次的相对能量，并将其值返还至 OpticStudio。OpticStudio 将光线向具体的衍射级次折射或者反射，并且将入射光能由 DLL 计算出的指定分数分配给所产生的光线。如果新的子光线有足够的能量，则对该光线进行光线追迹。

衍射 DLL 格式也支持作为 DLL 选项计算光线的所有输出属性，包括：方向余弦、电场偏振矢量和透射能量。如果 DLL 也计算这些属性，则 DLL 必须设置一个标记用于显示这些值返回到 OpticStudio，用于后续的光线追迹。有关此功能的文档，请参阅示例 DLL。

函数 UserParamNames 用于定义所有用过的参数的名称。这些名称出现在“物体属性 (Object Properties) ”对话框的“衍射 (Diffraction) ”选项卡中，有关此功能的使用方法，请参阅示例 DLL。衍射 DLL 必须位于<data>\DLL\Difractive 文件夹中。请参阅“文件夹 (Folders) ”。

[光线分光] (Ray Splitting)

通常情况下，当光线入射到一个表面时，部分能量被反射，部分能量被透射，还有一部分能量被吸收，这都取决于表面的属性。光线分光使用了 OpticStudio 可以计算反射和折射光路然后继续对反射和折射光线进行光线追迹的功能。OpticStudio 也支持随机选择反射或折射路径而不是同时选择两条路径，请参阅“简单光线分光 (Simple Ray Spliting) ”。从其它折射表面反射的光线一般称为鬼像反射。

当一条光线分光后，通常每条子光线将入射到其它物体，并且该光线又可以进行分光，如此重复下去。当许多光线与物体相交后，总的光线数目就变得非常大，因此必须在光线追迹中设置控制条件，使得光线追迹能够最终结束。

可以通过多种方式限制光线分光：

光线与物体相交的最大交点数目：该控件可定义光线沿光路从来自光源的父光线开始到最后一个光线与物体相交点，光线与其它物体相交的交点数。

光线段的最大数目：一个光线段是指光路中从一个光线与物体相交点到下一个光线与物体相交点之间的部分。当光线从光源发出，传播到第一个物体，由此形成 1 光线段。如果光线后分成两条，则每一条分光线就是另一段（共 3 段）。如果这两条光线都进行光线分光，则一共有 7 段。通常情况下，光线段数增长的越快，则需要设置比光线和物体相交点数大很多的值。

光线追迹相对阈值强度：光线每分光一次，光能就要减小一次。光线追迹相对阈值强度是光线进

行光线追迹时所携带光强的最低限制。该参数是一个小数，如 0.001，以此表示相对于从光源发出的初始光线的强度。一旦子光线的能量小于该相对能量，光线将终止。

光线追迹绝对阈值强度：该参数与光线追迹相对阈值强度非常相似，只不过它是绝对阈值强度，单位为系统光源单位，而不是相对于起始强度的光强。如果该值为 0，则绝对阈值强度被忽略。每条光线的初始强度总是由光源强度除以光源总分析光线数量给出。光源单位在系统的“常规 (General) ”对话框的“单位 (Units) ”选项卡中定义。有关详细信息，请参阅“光源单位 (Source Units) ”。

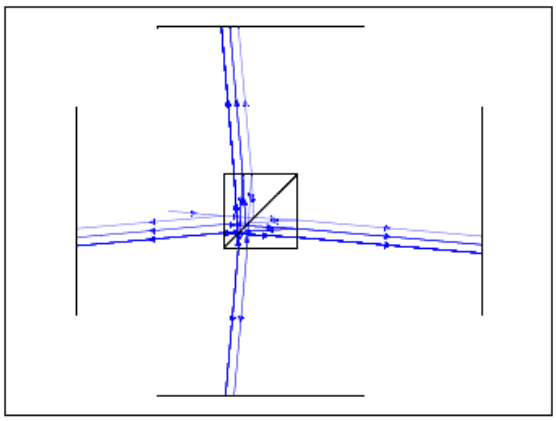
在“系统选项 (System Explorer) ”的非序列（系统选项） (Non-Sequential (system explorer)) 部分中定义了所有这些设置。

[光线分光和偏振] (Ray Splitting and Polarization)

由于精确的反射和透射计算需要偏振信息，所以只有在进行偏振光线追迹时，才可以进行光线分光。

可以关闭光线分光，在这种情况下，在折射界面上始终发生透射路径，除非光线发生全内反射；如果表面为镜面，则始终采用反射路径。

下图显示了当光线分光之后可能的光线路径。图中只画出了一条输入光线。



当使用光线分光时，如果最小相对光线能量设置的很低，则需要追迹的光线数量会变得很大。例如，对入射玻璃立方体的光线进行光线追迹，该玻璃体每个表面都有 50%的膜层，相对光强设置为 0.01，将会产生大约 256 个光线段。如果将相对光强设置为 1E-8，对于进入玻璃体内部的每条光线进行光线追迹则会产生 2.7 亿个光线段！对于具有相对较低反射率的系统（如 AR 膜层光学系统），由于反射路径的光强衰减的非常快，则不会产生很多的光线段。此外，建议适当地将相对光线透射率设高，大约在 0.001 左右，直到模型能顺利运行并且需要更详细的结果后再更改。

由于总的光线数目非常大，所以3D视图可能会变得非常混乱。一种减少绘制光线数量的方法是使用“过滤”字符串减少绘制的光线数量，请查阅“过滤字符串 (The filter string) ”。

[全部结合在一起] (Putting It All Together)

对于非序列光线追迹、偏振、散射以及光线分光功能，当决定光线分布和探测能量时，将这些属性结合使用，则会显示出它们的优越性。全部考虑这些效应的顺序如下：

1. 首先对光线入射的物体界面进行计算。
2. 如果表面是反射的或光线全内反射，则选取反射路径。

否则

1. 如果光线分光开启，则同时确定反射和折射路径。
2. 如果光线分光关闭，则选择折射路径。
3. 如果开启散射，则光线被散射。
4. 调整光线强度和偏振矢量。
5. 光线继续传播到下一个物体表面。

在绘制 NSC 物体和光线的 3D 视图以及其它特性分析功能中，可以通过随机产生的光线中看出光源、光线分光和散射的影响。也可以在这些视图中选择打开或关闭光线分光和光线散射以单独显示其影响。这些视图有助于从定性分析查看光源、物体、散射、鬼像和其它反射的影响。

要想精确定量计算所设置探测器位置的能量分布，通常需要计算比定性分析视图更多的光线数量。这就是为什么在光源参数列表中单独定义输出光线数和分析光线数的原因。

[光线追迹控件] (The Ray Trace Control)

光线追迹控件用于发射和追迹光线，用于定义光源、物体和探测器的分析。该对话框的控件后续有所描述。

有关更多信息，请参阅帮助文件的“分析 (Analyze) ”菜单中的“光线追迹 (Ray Trace) ”工具。

[光线数据库 (ZRD) 文件] (Ray Database (ZRD) Files)

通过选中“保存光线 (Save Rays) ”并在提供的编辑框中输入拓展名为.ZRD 的文件名可以保存光线数据供后续分析。也可以使用评价函数 (Merit Function) 中的 NSRD 操作数进行保存。当追迹光线时，光线数据被保存在指定的文件中。由于访问硬盘的速度（相对）较慢，所以存储光线数据

将会大大减慢光线追迹的速度。但是，通常情况下进行一次光线追迹是很方便的，然后对所产生的数据结果进行多重分析。可以在视图上绘制 ZRD 数据库包含的光线，而不是追迹新光线；有关详细信息，请参阅非序列元件 3D 视图 (NSC 3D Layout) 。

OpticStudio 提供三种不同的 ZRD 文件格式，每种格式都提供了文件大小、压缩和数据内容等各种组合内容。所有 ZRD 文件格式都为二进制格式，以尽可能紧凑的保存文件。

所有 ZRD 文件格式都使用相同的文件扩展名“ZRD”。三字母格式名称仅用来区分文档中的格式，而不是作为文件扩展名。

以下是三种不同的可用 ZRD 文件格式：

未压缩的完整数据 (Uncompressed Full Data (UFD)) ——以非压缩格式表示光线追迹的所有数据。如果用于读写 ZRD 文件的外部程序，可以使用此格式。UFD 格式会使得文件变得非常大，同时也会使读写速度变得很慢。有关 UFD 格式的详细说明，请参阅“ZRD 未压缩的完整数据(UFD)格式 (The ZRD Uncompressed Full Data Format (UFD)) ”。

压缩的基本数据 (Compressed Basic Data (CBD)) ——此格式用于存储全部数据的一部分，包括唯一状态、等级、入射物体、父项、xybin、lmbin、xyz 信息以及强度。仅将光线坐标和强度存储为浮点型（32 位）以节省磁盘空间，而不采用常规的双精度（64 位）。尽管不是将方向余弦明确地存储在文件中，但在读取文件会根据 x、y、z 坐标自动重新创建方向余弦。CBD 文件将会动态压缩，使其不适合在 OpticStudio 外部执行读/写操作。CBD 格式会使得文件变得很小，从而使得写入速度变得非常快。通常情况下，CBD 格式文件的大小只有 UFD 格式文件的 10%左右。请注意，在读取 ZRD 文件时，此格式内丢失的数据不能用于后续分析。

压缩的完整数据 (Compressed Full Data (CFD)) ——以压缩格式表示光线追迹的所有数据。会将所有双精度数据转换为浮点精度以节省磁盘空间，但在其他所有方面此格式包含光线追迹的所有数据，包括偏振、折射率、相位和其它数据。此格式文件的大小只有 UFD 格式文件的 20%左右（如果不使用偏振）和 35%左右（如果使用偏振）。

请注意，对于保存压缩的基本数据和压缩的全部数据操作，只有当设置每条光线的光线段最大为 65536 时才可以完成。如果超过这个限制，将会显示错误信息。此种情况下只能使用未压缩的完整数据。

[ZRD 格式和版本号] (ZRD Format and Version Number)

ZRD 文件包含版本号和格式数。当读取文件时，OpticStudio 将检查这一版本号。OpticStudio 会在

读取文件时自动将旧版本文件转换为当前版本文件。当前版本号为 2002。格式数 0 表示 UFD 格式，10000 表示 CBD 格式，20000 表示 CFD 格式。版本号和格式数加在一起并存储在文件中的第一条整数记录中，因此第一个整数将为 2002 表示 UFD 格式，12002 表示 CBD 格式，22002 表示 CFD 格式的 ZRD 文件。

[ZRD 不压缩全部数据 (UFD) 格式] (The ZRD Uncompressed Full Data Format (UFD))

文件中的第一个记录是一个单精度 32 位整数，表示 ZRD 文件的版本号和格式数字。文件中第二条记录是一个单精度 32 位整数，表示剩下记录中的最大可能的光线段数目。实际光线段数一般小于或等于这个数。

文件的剩下部分包括一个 32 位整数表示后续的光线段数，然后是这些光线段数，然后是另一个 32 位整数，表示下一个记录中的光线段数，以此类推，直到文件结尾。一个光线段由一个“C”构造描述，格式如下：

```
typedef struct
        {
        unsigned int status;
        int level;
        int hit_object;
        int hit_face;
        int unused;
        int in_object;
        int parent;
        int storage;
        int xybin, lmbin;
        double index, starting_phase;
        double x, y, z;
        double l, m, n;
        double nx, ny, nz;
        double path_to, intensity;
        double phase_of, phase_at;
        double exr, exi, eyr, eyi, ezr, ezi;
        } RAYPATH;
```

有关更多详细信息，请参阅“关于数据结构存储器封装的注释 (Comments on Data Structure Memory Packing) ”。

下面将对每一个数据项进行详细说明。

status：位标志表示光线的状态。标志（整数符号）是：终止：1，反射：2，折射：4，散射：8，

衍射：16，鬼像：32，从前一个物体的衍射：64，从前一个物体的散射：128，光线段有致命错误：256，体散射：512。

level：光线段和原始光源之间的光线段数目。这是积累的光线与物体相交的交点数。

hit_object：与光线相交的物体编号。如果该值为 0，光线将不与任何物体相交。对于 0 分段而言，此值为源分段物体编号。

hit_face：与光线相交的面序号。只有在 hit_object 不为 0 时，才有效。

in_object：光线在其内部传播的物体编号。通常情况下，该值决定了光线所通过介质的折射率。该值为 0 意味着处在“背景介质 (background media) ”内部。

parent：光线起源的光线段（之前）。如果该值为 0，表明光线从原始的光源发出。注意，同一个父光线可能有一个以上的子光线；但是对于每一个光线只能有一个父光线。父光线的光线段数目通常小于子光线的分段数目。

storage：OpticStudio 用于索引的临时缓冲区。只有分段为 0，这个整数才是波长编号。有关实际波长值，请参阅下面的 nx。对其它分段可能包括无意义的数据。

xybin,lmbin：光线入射的探测器物体上的像素编号。其中 xybin 是空间数据，lmbin 是角（强度）数据。

index：介质的折射率数据。但该值并不能对渐变折射率介质的完整描述。

starting_phase：光线开始时所具有的初始光程。通常是由当光线分光时衍射光栅所引起的。

x,y,z：光线交点的全局坐标。

l,m,n：全局坐标中光线的方向余弦。但该值并不能对渐变折射率介质完整描述。

nx,ny,nz：全局坐标中物体在交点处的法向向量。只有当分段为 0，nx 的值存储射出光线的波长值。

path_to：光线段的物理光程（非光程）。

intensity：光线段的强度

phase_of：物体的相位。这是由光栅，全息面和其它相位修改面添加的等效光学相位路径长度，以镜头单位为单位。

phase_at：光线的累积总相位（以 2*pi 为模）。该值包括光线传播积累的相位和物体转递阶段（如光栅等）引起的相位。该值不包括膜层引起的相位，通常将膜层引起的相位视为“相位像差 (phase aberration) ”。该值只能在探测器表面进行计算。

exr,exi,eyr,eyi,ezr,ezi：在全局 x、y 和 z 坐标中电场的实部和虚部。如果光线追迹不使用偏振，则这些值将都为零。

ZRD 格式可能会发生变化的。但是，OpticStudio 会自动将旧格式转化为当前格式。注意，每个光线段的结构大小是 208 字节。如果对 100,000 条光线追迹，每条光线平均有 50 个分段，那么所产生的文件大小约为 100,000×50×208bytes=1Gb。这样文件可以迅速变得非常大，所以在决定将光线数据存到数据文件之前需要认真考虑限制光线的数目。使用过滤字符串限制所存储的光线交点数据可以大大减少写入磁盘的数据量。

ZRD 文件包括一个数据交互块。例如，如果对 3 条光线进行光线追迹，每条光线分别有 5、7、9 个光线段，此时 ZRD 文件中的格式如下：

4 bytes: version
4 bytes: maximum number of segments possible, will be 9 or larger in this example
4 bytes:5 (the number of segments in ray 1)
208 bytes x 5 (the segment data for ray 1)
4 bytes:7 (the number of segments in ray 2)
208 bytes x 7 (the segment data for ray 2)
4 bytes:9 (the number of segments in ray 3)
208 bytes x 9 (the segment data for ray 3)

有关 OpticStudio 对 ZRD 文件处理的信息，请参阅“光线数据查看器 (The Ray Database Viewer) ”。

关于数据结构存储器封装的注释 (Comments on Data Structure Memory Packing)

请注意，Windows 中典型的“C”结构使用 8 个字节封装边界的。这个封装意味着 2 字节单元被排列在一个 2 的整数倍的存储地址中，4 字节单元被排列在 4 的整数倍的存储地址中，8 字节单元被排列在 8 的整数倍存储地址中。这种封装方式提高了读取内存的速度，但是在结构上可能产生了许多小间断。这就是为什么结构尺寸要稍微比所有单元的字节总大小要大的原因。

[LightningTrace 控件] (The LightingTrace Control)

LightningTrace 控件用于启动和追迹来自离散网格的特定光线组，用定义了的光源、物体和探测器进行分析。对话框上的控件存在下列说明。

有关更多信息，请参阅帮助文件中“分析 (Analyze tab) ”菜单中的“光线追迹 (Lightning Trace) ”。

[光线数据库指示器] (The Ray Database Viewer)

光线数据库指示器可以读取以前存储的 ZRD 文件，并且用文字格式显示数据。有关创建 ZRD 文件的信息，请参阅前一小节内容。

有关更多信息，请参阅帮助文件的“分析 (Analyze tab) ”菜单中的“光线数据指示器 (The Ray Database Viewer) ”分析工具。

[探测器指示器] (The Detector Viewer)

探测器指示器以文字或图形显示探测器上的数据。有关光线追迹至探测器记录数据，请参阅“光线追迹控件 (The Ray Trace Control) ”。

有关更多信息，请参阅帮助文件中“分析 (Analyze tab) ”菜单中的“探测器指示器 (Detector Viewer) ”工具。

有关面探测器物体的注释 (Comments)

探测器表面物体使用一组三角形来近似一个能探测通量和辐照度的曲面。显示探测得的数据需要将三角形转化为方形像素格。当探测数据的显示为伪彩色、灰度或者截面图时，这个转换自动完成。调整选择的方形像素的数目来提供一个适当的显示分辨率，并且该数目会根据三角形数目的不同而变化。对探测器表面物体的文本列表而言，X、Y、Z、R 和角度数据将和每个像素的通量和辐照度列在一起。X、Y 和 Z 值是每个探测三角形的中心坐标。R 值是每个探测三角形中心到物体顶点的距离。角度值是每个探测三角形中心投影到 XY 平面上的角度，以度为单位。有关定义探测器表面物体的更多信息，请参阅“探测器表面物体 (Detector Surface object) ”。

[滤字符串] (The Filter String)

只显示具有某些特定性质的 NSC 光线或数据会比较方便。例如，如果开启散射以及光线分光功能，如果追迹许多光线，则视图会变得非常混乱。滤字符串可以定义一个“测试”，绘制和显示光线之前，光线必须通过该测试。滤字符串的语句包含标志之间的逻辑运算，用来显示光线中的某线段是否与 NSC 组中的物体相交、错过、反射、折射、散射，衍射或鬼像反射。也支持数值参数的“拓展 (Extended) ”标志。下表介绍了支持的标记。

滤字符串标记 (FILTER STRING FLAGS)

标记	描述

{#n1}[Complex Filter String]	将光线集限定为满足[Complex Filter String]条件所定义的前[n1]条光线。 注意，[Complex Filter String]可以是任意标准的滤字符串，并且是可选项；如果省略，则选择前[n1]条光线。 [n1]可以是任意正整数值。 [n1]值无效将导致出现未定义的效果。
{#n1-n2}[Complex Filter String]	将光线集限定在光线[n1]到光线[n2]（包括）范围内，满足[Complex Filter String]所定义的条件。 请注意，[Complex Filter String]可以是任意标准滤字符串，并且是可选项；如果忽略，则选择光线[n1]-[n2]。 请注意，{#n1-n2}[Complex Filter String] 与{#n2}[Complex Filter String] 用法相同。 [n1]可以是任意正整数值。[n2]可以是大于或等于[n1]的任意正整数值。 [n1]或[n2]值无效将导致出现未定义的效果。
_n	滤字符串以下划线“_”开头，后跟一个由路径分析功能（Path Analysis feature）定义和使用的整数代码；请参阅“路径分析（Path Analysis）”。
~nnnmmm…[#]	光线路径滤字符串。此过字符串用于选择光线分段遵循明确路径的光线分支。第一个物体编号定义了光源物体，后续依次为每个与光线相交的物体，按相交顺序排列。每个物体编号定义必须为三位整数，需要时可以在之前加 0.光线离开光源物体 7，然后依次与物体 18，物体 9 相交，最后终止或不与任何其他物体相交，可使用滤字符串“~007018009”定义。多余定义一个物体编号没有意义；例如，如果光线与透镜 9 的前面相交，则会与物体 9 的后表面相交，此时只需在滤字符串中列出一个 009 即可。 可以选择使用#符号终止滤字符串，表明任何最初遵循此路径的光线段被选中。这使得与不同的物体相交，或者不与任何

	物体相交的光线在列出的最后一个物体后仍被选中。 任意一个滤字符串的最大物体数为 50。
$nnmm…[#]	光线路径滤字符串替代结构。这相当于上面的“~”过滤字符串，除了使用两位代码，而不是使用物体编号的三位代码以外。如果物体的数量小于 100，则选择该结构更方便。
Bn	物体 n 内部的光线体散射。如果 n 值是 0，则来自任一物体的体散射光线段将对此测试返回 True。
Dn	光线交于物体 n 后衍射。请参阅 En。
En	父光线段从物体 n 衍射。当开启光线分光时，从物体衍射的分光光线段，次序不等于 0 时才设置此标志。
Fn	父光线段从物体 n 散射。当开启光线分光时，从散射表面分光的光线段才设置此标志。反射光线段无法开启此标志，只有散射光线段可以开启。如果 n 值是 0，则来自任一物体的散射光线段将对此测试返回 True。
Gn	父光线段从物体 n 的鬼像反射。当开启光线分光时，从折射物体反射的光线段才设置此标志。如果 n 值是 0，则来自任一物体的鬼像光线段将对此测试返回 True。
Hn	光线交于物体 n。测试一条光线是否交于物体，标志格式为 Hn。例如，如果要测试光线是否交于物体 5，则将标志设置为 H5。请参阅 Ln。
Jn	与 Gn 类似，除了鬼像反射点前的所有光线段强度都设置为 0。允许探测器指示器只能指示鬼像能量，而不是直接指示入射能量，即使在后来光线从其它物体鬼像反射也是如此。零强度值仅影响探测器指示器，而不影响光线数据库指示器或布局图。
Ln	光线最后到达物体 n。要检测光线的最后一个分支的光线段是否到达一个物体，标志是 Ln 形式。例如，如果光线分支的最后一段到达物体 5，则将标志设置为 L5。请参阅 Hn。
Mn	光线错过物体 n。测试一条光线是否错过物体，标志格式为 Mn。例如，要测试光线时候错过物体 15，则将标志设置为 M15。
On	光线从编号 n 光源发出。O0（即“O”表示原点，“0”表示零）表示选取所有的光源。
Rn	光线交于物体 n 后反射。标志 R7 将测试光线是否交于物体 7

	后反射。请参阅 Gn。
Sn	光线交于物体 n 后散射。ZRD 文件中列出了此测试“S”标志，表示在光线交于物体后散射。另请参阅 Fn 和 X_SCATTER。
Tn	光线进入物体 n 后透射（折射）。标志 T4 将测试光线是否交于物体 4，然后透射（折射）。
Wn	光线使用波长 n。如果 n 值是 0，则任一波长光线对该测试将返回 True。注意，此滤字符串只测试从光源出发光线的初始波长。
X_AXYG(n,v)	光线在局部 x-y 平面中物体 n 的入射角（以度为单位）大于 v。这个角度不考虑传播方向，关于+y 方向测量。如果光线没有到达物体 n，则这个标志为 false。
X_AXYL(n,v)	光线在局部 x-y 平面中物体 n 的入射角（以度为单位）小于 v。这个角度不考虑传播方向，关于+y 方向测量。如果光线没有到达物体 n，则这个标志为 false。
X_AXZG(n,v)	光线在局部 x-z 平面中物体 n 的入射角（以度为单位）大于 v。这个角度不考虑传播方向，关于+z 方向测量。如果光线没有到达物体 n，则这个标志为 false。
X_AXZL(n,v)	光线在局部 x-z 平面中物体 n 的入射角（以度为单位）小于 v。这个角度不考虑传播方向，关于+z 方向测量。如果光线没有到达物体 n，则这个标志为 false。
X_AYZG(n,v)	光线在局部 y-z 平面中物体 n 的入射角（以度为单位）大于 v。这个角度不考虑传播方向，关于+z 方向测量。如果光线没有到达物体 n，则这个标志为 false。
X_AYZL(n,v)	光线在局部 y-z 平面中物体 n 的入射角（以度为单位）小于 v。这个角度不考虑传播方向，关于+z 方向测量。如果光线没有到达物体 n，则这个标志为 false。
X_EXT(n,b)	光线段是在父光线交于物体 n 刚好经过 b 次后从双折射界面生成的非寻常光。要应用此滤字符串，要找寻 b 次交于物体 n 的父光线段，并且仅考虑该特定父光线段的子光线段。如果任何父光线段均没有 b 次交于物体 n，则滤字符串返回 false。另请参阅 X_ORD。
X_GHOST(n,b)	光线段鬼像反射 b 次，并至少与物体 n 相交一次。如果 n 是 0，则任一有 b 次鬼像反射的光线段将通过该测试。例如，要考虑所有二次反射的鬼像（来自父鬼像光线段的鬼像光线），使用 X_GHOST(0,2)。 X_GHOST 不会考虑以最后是全内反射的鬼像光线段，尽管全

	内反射光线也被认为是鬼像。例如，如果一个一次鬼像光线离开一个表面，交于另一个表面，然后又在第二个表面全内反射。X_GHOST(0,3)将不会包括这个段，因为该段最后发生全内反射，并且没有光线终止（光线反射并继续传播）。相同的段会包括在过滤 X_GHOST(n,4)中，因为光线是第四次鬼像（在全内反射）。这是人为的让 OpticStudio 如此定义光线段以及鬼像光线计数。在所有情况下，如果测试的 b 值足够高，则所有鬼像光线都可以找到。注意，从折射表面全内反射的光线被认为是鬼像，但从镜面表面反射的光线不是鬼像。 另请参阅 Gn。
X_HIT(n,b)	与物体 n 相交 b 次的光线段。 另请参阅 Hn、X_HITS、X_HITFACE 和 X_HITFACE2。
X_HITS(n1,n2)	如果 n2 为零，光线 n1 次或多次 n1 次交于任何物体。 如果 n2 不为零，则光线交于物体的次数在 n1 和 n2（包含）之间。
X_HITFACE(n,f)	与物体 n 的面 f 相交的光线段。另请参阅 Hn、X_HIT、和 X_HITFACE2。
X_HITFACE2(n,f,b)	与物体 n 的面 f 相交 b 次的光线段。另请参阅 Hn、X_HIT。
X_IAGT(n,v)	在物体 n 上绝对强度大于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_IALT(n,b)	在物体 n 上绝对强度小于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_IRGT(n,v)	在物体 n 上相对强度大于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_IRLT(n,v)	在物体 n 上相对强度小于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_LGT(n,v)	在物体 n 上 x 方向余弦大于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_LLT(n,v)	在物体 n 上 x 方向余弦小于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_MGT(n,v)	在物体 n 上 y 方向余弦大于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_MLT(n,v)	在物体 n 上 y 方向余弦小于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。

X_NGT(n,v)	在物体 n 上 z 方向余弦大于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_NLT(n,v)	在物体 n 上 z 方向余弦小于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_ORD(n,b)	光线段是在父光线交于物体 n 刚好经过 b 次后从双折射界面生成的寻常光线。要应用此滤字符串，要找寻 b 次与物体 n 相交的父光线段，并且仅考虑该特定父光线段的子段光线。如果任何父光线段都没有与物体 n 相交 b 次，则滤字符串返回 false。另请参阅 X_EXT。
X_SCATTER(n,b)	从父光线上散射 b 次并至少与物体 n 相交一次的光线段。如果 n 为零，任何从父光线散射 b 次出来的子光线段将通过测试。例如，要只考虑第一代散射光线，使用 X_SCATTER(0,1)。此滤字符串只用于测试从 ZRD 文件中列出的父光线或者“F”标志上发生的散射光线。另请参阅 X_SCATTERF。
X_SCATTERF(n,b)	在父光线与物体 n 相交 b 次后，光线段在物体 n 上发生散射。要应用此滤字符串，要找寻与物体 n 相交 b 次的父段，并且仅考虑该特定的父光线段。如果父光线段均没有 b 次交于物体 n，则过滤字符串返回 false。例如，当只考虑在第三次与物体 5 相交后被散射的关系（即光源发出的光线之前已经与相同的物体相交两次），使用 X_SCATTERF(5,3)。另请参阅 Fn 和 X_SCATTER。
X_SEGMENTS(n1,n2)	如果 n2 为零，光线具有 n1 或更多光线段。 如果 n2 不为零，则光线的段数在 n1 和 n2（包含）之间。
X_WAVERANGE(n,a,b)	光线已经与物体 n 相交过，并且其波段位于 a 微米与 b 微米（包含）之间。
X_WAVESHIFT(i,j)	光线在体散射时从波长 i 变为波长 j。
X_XGT(n,v)	在物体 n 上局部 x 坐标大于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_XLT(n,v)	在物体 n 上局部 x 坐标小于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_YGT(n,v)	在物体 n 上局部 y 坐标大于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_YLT(n,v)	在物体 n 上局部 y 坐标小于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
X_ZGT(n,v)	在物体 n 上局部 z 坐标大于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。

X_ZLT(n,v)	在物体 n 上局部 z 坐标小于 v 值的光线。如果光线不交于物体，则该标志为 false。
Z	光线有严重错误。

所有的标志除了 O、G、E 和 F 标志外都表示在与下标 n 表示的物体相交后光线段的情况。G、E 和 F 标志表示父光线段交于物体 n，因而产生的子光线分别为鬼像，衍射，或散射。O 标志表示从光源物体 n 所发出的光线。W 标志表示波长序号为 n 的光线。形式为 X_***(n,v)需要两个数字参数，并分别在括号内用逗号隔开，否则会发出语句报错信息。

每个标志值都要对每条光线追迹进行评估，而且标志会被指定一个 TRUE 或 FALSE 的值。标志可以单独使用，或者与逻辑操作数结合。逻辑操作数通常在两个逻辑标志上作运算（NOT 例外，只需右侧的一个标志），支持下列逻辑操作数：

&：逻辑 AND。&符号两边的标记必须同时为 TRUE，AND 的运算结果才会返回 TRUE。

|：逻辑 OR。如果任意一个标记为 TRUE，OR 运算返回 TRUE。

^：逻辑 Exclusive OR(XOR)。如果任意一个标记为 TRUE（但不能都是），XOR 运算返回 TRUE。

!：逻辑 NOT。如果右边标记为 FALSE，则返回 TRUE，反之亦然。

括号可以用来界定运算的优先级。

[滤字符串示例] (Filter String Examples)

要选择交于物体 7 的光线，滤字符串应为：

H7

要选择交于物体 7 及物体 9 的光线，滤字符串应为：

H7 & H9

要选择光线 a)交于物体 7 及物体 9，但不从物体 6 反射；或者 b)错过物体 15，滤字符串应为：

(H7 & H9 & !R6) | M15

如果只要选取交于物体 3,4 或 7 而产生鬼像的光线，滤字符串应为：

G3 | G4 | G7

要选择光线以入射角小于 10 度角入射平坦物体 5，该物体法向向量沿局部+z 轴，滤字符串应为（注意 cos(10)=0.984808）：

X_NGT(5,0,984808)

注意，只有光线交于标志 X_NGT 中指定的物体才能使标志为 True。

要选择交于物体 5 且错过物体 6 的前 50 条光线，滤字符串应为：

{#50}(H5 &M6)

要在第 10 条光线到第 20 条钢线中选择交于物体 5 且错过物体 6 的光线，滤字符串应为：

{#10-20}(H5 & M6)

滤字符串会检查基本语句错误，如括号不匹配，但并非所有的语句错误都会检查出来。满足滤字符串测试的光线数据可能较少，甚至可能是零。OpticStudio 仍会对定义光源的光线进行光线追迹（根据配置光线参数 (layout rays parameter) ），但是只有部分通过过滤的光线会被储存、显示、绘出。如果光线数据被储存，滤字符串也能应用于光线数据库文件过滤，请参阅“光线追迹控件 (Ray Trace Control) ”。由于滤字符串与动态和静态窗口结合使用，因此 OpticStudio 不会在插入或删除物体的同时自动对过滤字符串参数进行重新编号。

讨论：

过滤字符串的长度限制为 260 个字节。注意，这是“拓展 (Extended) ”过滤字符串的限制，包括内置的所有已命名的过滤字符串。

例如，如果输入一个“(_1) OR (_2)”过滤字符串，则插入路径分析字符串时其可能会导致字符串被截断。

Filter string = “(_1) OR (_2)”
软件将通过以下方式解析路径分析：
(_1) = “H2 & H3 & H4” (14字节)
(_2) = “H2 & H3 & H4 & H5” (19 字节)

所以，该过滤字符串大约有 14+4（来自逻辑 OR 和空格）+19=37 字节。

[保存和加载探测器数据] (Saving and Loading Detector Data)

在执行光线追迹后，探测器物体将会保存探测器上能量入射的数据。此数据可以在探测器上使用探测器指示器（参阅“探测器指示器 (The Detector Viewer) ”）通过“重现”ZRD 文件（参阅“光线数据库(ZRD)文件 (Ray database (ZRD) files) ”）来重新创建。重新创建探测器数据的另一种方法是在执行光线追迹后将数据存储到文件中，然后将探测器数据加载到探测器物体上。在“保存探测器数据 (Save Detector Data) ”和“加载探测器数据 (Load Detector Data) ”中介绍了保持探测器和加载探测器数据的功能。

[探测器数据文件格式] (Detector Data File Format)

探测器数据文件用于存储矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体的能量数据。这些不同探测器类型的文件扩展名分别为 DDR、DDC、DDP 和 DDV。所有文件类型的二进制文件格式包含一个标头结构，后跟探测器中每个像素的一个数据块。

请注意，当在其它程序中读取探测器数据文件时，在最后一个整数型单元 (i_data) 和第一个双精度单元 (d_data) 之间会出现 4 字节的差距。有关更多详细信息，请参阅“关于数据结构存储器封装的注释 (Comments on Data Structure Memory Packing) ”。

标头块格式 (Header Block Format) ：

标头块使用以下格式（在 C 语句中）：

```
int version, type, lens_units, source_units, source_multiplier;
int i_data[50];
double d_data[50];
```

版本：当前版本为 1003。未来的 OpticStudio 版本可能会随着格式的更改使用不同的版本号，但是 OpticStudio 是可以识别旧版本的，并在加载数据时自动进行转换。格式中的任何未定义的数据值都保留，用于将来的格式扩展，也可能忽略。

type：1、2、3 或 4 分别表示矩形探测器物体、颜色探测器物体、极坐标探测器物体和体探测器物体。

lens_units：0、1、2 或 3 分别表示毫米、厘米、英寸或米。

source_units：0、1 或 2 分别表示瓦、流明或焦耳。

i_data：特定探测器类型的整数数据（参阅下文）。

d_data：特定探测器类型的双精度数据（参阅下文）。

矩形探测器和颜色探测器物体的数据：

i_data[0], i_data[1]：x 像素的数量，y 像素的数量。

i_data[2], i_data[3]：入射到空间探测器的光线数，入射到角度探测器的光线数。

d_data[0], d_data[1]：探测器的 x 半宽，探测器的 y 半宽。

d_data[2]- d_data[5]：角向 x 最小值，x 最大值，y 最小值，y 最大值。

极坐标探测器物体的数据：

i_data[0], i_data[1]：极向像素的数量，角向像素的数量。

i_data[3]：入射到探测器上的光线数。

d_data[0], d_data[1]：探测器上的最大角度，探测器的径向尺寸。

体探测器物体的数据：

i_data[0]- i_data[2]：x、y 和 z 方向像素的数量。

d_data[0]- d_data[2]：分别为 x、y 和 z 方向的探测器半宽。

数据块格式 (Data Block Format)：

定义了表头数据并写入文件之后，还会写入数据结构。为探测器上的每一个像素写入一个数据块。数据结构的文件格式取决于探测器类型，如下所示。

矩形探测器物体的数据结构：

double inc_int_pos, inc_int_ang, coh_real, coh_imag, coh_amp;

这些数据结构分别是位置空间中的非相干通量、角度空间中的非相干通量，以及位置空间中的相干实部振幅、虚部振幅和总振幅。

颜色探测器物体的数据结构：

double pos_P, pos_X, pos_Y, pos_Z, ang_P, ang_X, ang_Y, ang_Z;

前四个数据结构是位置空间功率、三色值中 X、Y 和 Z 值以及角度空间中与此对应的 4 个值。

极坐标探测器物体的数据结构：

double unused1, unused2, unused3, unused4, ang_P, ang_X, ang_Y, ang_Z;

前四个数据结构未使用，之后的数据分别是角向空间功率，三色值中 X、Y 和 Z 的值。

体探测器物体的数据结构：

double inc_int_pos, inc_absorbed_flux, unused1, unused2, unused3;

这些数据结构分别是非相干入射通量、吸收通量以及三个未使用的值。

像素排序 (Pixel Ordering) :

对于矩形探测器和颜色探测器物体，1 号像素在左下角(-x,-y)处，后续的像素首先在+x 方向的列上移动，然后通过行向上移动。

对于极坐标探测器物体，1 号像素从零极角开始，后续像素沿+x 轴零度的径向臂向前移动到最大极角。下一个像素再次从零极角开始，并沿第一方位角的径向臂继续递增。该模式重复的沿方位角方向的每一个径向臂移动。

对于体探测器物体，1 号像素在探测器-Z 侧的第一个平面的左下角(-x,-y)，后续的像素首先在+x 方向的列上移动，然后向上穿过第一个平面的行(+x, +y)。下一个像素在下一个 Z 平面的左下角(-x,-y)，该模式继续通过所有 Z 平面移动。

[鳞甲面物体的特别注意事项] (Special Considerations for Faceted Objects)

从数学层面上看，光线追迹通过鳞甲面物体通常情况下是简单直接的，但有一个主要的例外，当光线“正好”入射到两个相邻的鳞甲面的公共边界时，如果处理这一特殊情形。这种情况下，“正好”意味着在计算机的数值精度限度之内。在整个光线追算法中，OpticStudio 使用了双精度 64 位数，这将会产生 12 位小数的精度。但是，由于频繁使用了平方根以及其它数学运算，很多计算的实际精度会稍微偏低。

最为常见的困难是对于一个屋脊棱镜、角隅棱镜或者鳞甲面菲涅尔透镜的光线追迹，其中一个公共边界正好沿入射光线的 x 轴或 y 轴。由于光线正好入射到两鳞甲面的边界，而每一个面又有不同的法向向量，这样反射或折射的属性就变得含糊不清。

在实际中，不可能存在无限明显的边界。所以，OpticStudio 所用的解决方法是将入射到两个相邻而法向向量不同的鳞甲面的边界上，又位于胶合距离之内的光线吸收掉。当一条光线被吸收将终止追迹，且其能量将被丢弃。

这一问题通过下面这些技术也可以得到解决：

对于序列光线追迹，将物体的光轴沿 X 或 Y 方向移动一个微小的距离，从而使得光线在一个时间内只“看到”一个鳞甲面。通常情况下偏移大约 1e-6 个镜头单位（如果镜头单位为毫米，则位移 1 纳米）就足够了。

对于非序列光线追迹，或者移动物体使之与序列光线追迹类似，或者使用具有随机光线分布的光源。有时，一条光线入射到鳞甲面边缘的胶合距离内，此时光线能量将被吸收，但是被吸收的总能量应当很小。

一般而言，使用随机生成光线束，如成像分析或点列图中使用的那样，将会消除这种问题。

注意，由于制造的局限性和物理光学中的干涉效应的存在，任何实际的屋脊棱镜或角隅棱镜均不能在一个很小的距离内“正确地”反射或折射。

[关于 DLL 的注释] (Comments About DLLs)

OpticStudio 支持若干种不同类型的 DLL，用于扩展非序列部分的功能，包括用于光源、渐变折射率介质、衍射和散射的 DLL。

为了创建一个用户自定义的 DLL 光源，需要一个可以产生于 32 位 Windows 兼容 DLL 的编译器或开发工具。并且还假定用户能够编写所需要的代码，更重要的是，要确保代码是可靠的并且没有 bug。为了最大限度提高速度，OpticStudio 对 DLL 返回的数据执行很少的错误检查，因此有 bug 的 DLL 可以使 OpticStudio 崩溃。

正因为如此，对关于 DLL 使用的技术支持进行了严格限制，仅验证所提供的示例文件能够正常运行。如果你需要一个 DLL，但是你又没有自己编写 DLL 的能力，请随时与 Zemax LLC 联系，公司将提供一个关于开发满足你需要的 DLL 的报价。Zemax LLC 在开发算法方面具有相对丰富的经验，并且通常情况下可以在短时间内以具有竞争力地价格编写 DLL。

学习使用不同类型的 DLL 的最好的方法是研究一个现有的 DLL。OpticStudio 中提供了 DLL 示例

包括扩展文件以及关于数据格式的注释，参阅任何示例源代码文件以查看具体例子。

[在 NSC 的用户自定义 DLL 中生成随机数] (Random Number Generation in user-Defined DLLs for NSC)

在非序列模式中，使用 OpticStudio 安装附带的许多 DLL 都需要在 DLL 内部生成随机数（通常允许蒙特卡罗抽样分布）。在所有需要生成随机数的 DLL 中（以下提供了完整列表），OpticStudio 使用 Mersenne Twister 演算法生成这些数（有关该算法的说明，请参阅 http://en,wikipedia.org/wiki/Mersenne_Twister）。在 OpticStudio 中使用基于标准 MT19937 算法，该算法使用 32 位字节长度。

OpticStudio 安装附带的 DLL 列表使用的 Mersenne Twister 演算法如下：

[体散射] (Bulk Scattering)

- bulk_samp_1.dll
- Mie.dll
- Phosphor.dll
- poly_bulk_scat.dll
- Rayleigh.dll

[衍射] (Diffractive)

- diff_samp_1.dll

[光源文件] (Source File)

- fiber1.dll

[表面散射] (Surface Scattering)

- Gaussian_XY.dll
- K-correlation.dll
- Lambertian.dll
- TwoGaussian.dll

我们强烈建议用户创建在非序列模式下使用的 DLL，若该 DLL 需要使用随机数，可简单地使用 Mersenne Twister 演算法实现，或者写入自己的 32 位随机数生成器，而不是使用标准 Windows API 函数产生随机数。这是因为随机数产生函数是 16 位的，意味着它只能用来生成 2^16=65,536 个唯一的随机数。因此，当在 NSC 中追迹数百万条光线时，使用此随机数产生函数可以生成许多重复的数，从而导致数据“结块”。

[非序列几何物体] (Non-Sequential Geometry Objects)

OpticStudio 中 NSC 物体类型包括椭圆、三角形、矩形、球形、圆柱以及其它基本形状。还可以使用一些复杂的物体，如任意棱镜、非球面透镜、环面、Toruses 以及其它光学元件。这些物体的反射、折射和吸收特性由物体的材料决定。

这些物体的反射、折射和吸收特性的详细信息，请参阅“使用材料库 (Using Material Catalogs) ”和“偏振 (Polarization (system explorer)) ”部分。

每种 NSC 物体的类型如下表所述，并在后续部分中进行详细介绍。注意，这些基本几何物体可以组合在一起形成更为复杂的几何体。有关将物体内置或邻接的信息，请参阅“非序列概述 (Non-sequential Overview) ”的“物体放置 (Object Placement) ”部分。

有关光源和探测器的信息，请参阅“非序列光源 (Non-Sequential Source) ”和“非序列探测器 (Non-Sequential Detector) ”部分。

如果有未列出且所需的物体，请发送电子邮件给技术支持人员，建议将新的物体类型添加到 OpticStudio 中。

[NSC 物体概要] (Summary of NSC Objects)

OpticStudio 中 NSC 物体类型包括椭圆、三角形、矩形、球形、圆柱以及其它基本形状。还可以使用一些复杂的物体，如任意棱镜、非球面透镜、环面、Toruses 以及其它光学元件。这些物体的反射、折射和吸收特性均由分配给物体的材料所确定。

物体	描述
环形非球面透镜	一个环形体，一个面上具有非球面。
环形轴锥透镜	一个环形透镜，将一个非球面的截面关于一个偏心 Z 轴扫描。
环形体	由两个倾斜的椭圆环形平面形成的体。
环形面	中间具有一个椭圆孔的椭圆平面。
阵列	此物体基于“主物体”创建相同物体组成的 3D 平行四边形阵列。

环形阵列	此物体可基于“主物体”创建相同物体组成的环形阵列。
非球面	一个表面，具有一个锥形基底以及偶次和奇次径向多项式幂表示的非球面项。
非球面 2	和非球面类似，并支持更复杂的孔径类型。
轴锥面	一个轴锥面，通过绕 z 轴旋转一个球面弧形成。
双锥透镜	圆形或矩形透镜，其前后面的 X 方向和 Y 方向上分别具有独立的曲率和圆锥系数。
双锥面	在 X 方向和 Y 方向具有不同的曲率和圆锥系数的曲面，在特殊情况下，局部可以是超半球面。
双锥 Zernike 透镜	具有标准前面和双锥 Zernike 后面的透镜。
双锥 Zernike 面	具有双锥 Zernike 形状的表面。该表面支持椭圆形、矩形和用户自定义孔径，并且双锥和 Zernike 项可以是分别偏心的。
二元面 1	一个标准透镜再在前表面具有二元面 1 相位剖面。二元面 1 相位剖面是 X-Y 多项式。
二元面 2	一个标准透镜再在前表面具有二元面 2 相位剖面。二元面 2 相位剖面是径向 r 的偶次幂多项式。
二元面 2A	一个偶次非球面透镜（前后表面）再在前表面具有二元面 2 相位剖面的。二元面 2 相位剖面是径向 r 的偶次幂多项式。
布尔物体	一个非常普通的物体，由其它物体的布尔组合而成。
CAD 装配体文件：Autodesk Inventor	Autodesk Inventor 装配体文件的动态链接。
CAD 装配体文件：Creo Parametric	Creo Parametric 装配体文件的动态链接。
CAD 装配体文件：SolidWorks	SolidWorks 装配体文件的动态链接。
CAD 零件：Autodesk Inventor	Autodesk Inventor 零件的动态链接。

CAD 零件：Creo Parametric	Creo Parametric 零件的动态链接。
CAD 零件：SolidWorks	SolidWorks 零件的动态链接。
CAD 零件：STEP/IGES/SAT	以 STEP、IGES 或 SAT 格式从 CAD 程序中导入的物体。
CAD 零件：STL	在 STL 格式定义的一般多边形物体，通常从 CAD 程序导出。
CAD 零件：OpticStudio 零件设计	使用 OpticStudio 零件设计创建的物体。
CPC	复合抛物面聚光器 (CPC)。CPC 可以为空心或实心。
CPC 矩形	一个具有矩形对称性，以及分别的 X 和 Y 孔径和容限角的 CPC。
圆锥体	圆锥体的一部分，由两个点即 r 和 z 首先确定一条线段，然后绕局部 z 轴旋转形成。
圆柱管	具有锥度的圆柱面形。
圆柱体	具有锥度的圆柱体，端封闭。
圆柱管 2	两端倾斜的圆柱面。
圆柱体 2	端面倾斜的圆柱体。
衍射光栅	一个标准透镜的正前面具有衍射光栅，其栅距为常数或变量。
双增亮膜 DBEF 面	理想化双亮度增强膜表面。
椭圆	椭圆平面。
椭圆体	一个椭圆形体（或壳）。该形状是一个锥形圆柱体，具有椭圆形截面。
偶次非球面透镜	旋转对称透镜，在前后表面都具有最多 16 次项的非球面。
扩展奇次非球面镜	在前后表面具有扩展奇次非球面的透镜。

头	
扩展多项式透镜	在前后表面具有扩展多项式面的透镜。
扩展多项式表面	具有扩展多项式形状的表面。
挤压物体	通过挤压用户自定义孔径形成的实体。
鳞甲表面	在平面多边形上的标准表面。
自由曲面 Z	通过一条曲线绕 Z 轴旋转形成一个壳状物体或实体透镜。曲线由沿 Z 轴的点定义。
菲涅尔 1	一个真实的菲涅尔透镜，可以是盘状或圆柱状，有许多构造参数定义。
菲涅尔 2	一个理想菲涅尔透镜，形状为圆形或矩形，其中一个面是理想化菲涅尔透镜物体，其表达式为在一个圆锥非球面基项上加上径向或圆柱多项式非球面项。
栅格矢高透镜	一个透镜，具有标准前表面和网格矢高后表面。
网格矢高透镜 2	一个具有表格矢高前表面和后表面的透镜。
栅格矢高面	一个由表格矢高点定义的表面。
六边形透镜阵列	一个具有六边形对称性的透镜阵列。
全息透镜	前表面为光学虚拟全息图的圆形或矩形实体。
全息表面	表面上具有光学虚拟全息图的圆形面或用户自定义平面、圆锥面、球面或非球面。
琼斯矩阵	一个椭圆形平板物体，支持 8 个 ABCD 参数，可以用来对中性密度的滤光片、偏光镜、旋转器和其它任意琼斯矩阵型物体进行建模。
透镜阵列 1	具有弯曲后表面的矩形透镜阵列物体。此物体可以具有衍射特性。
透镜阵列 2	具有弯曲的前表面和后表面的矩形透镜阵列物体。
MEMS	一个小平面（用于制成材料“MIRROR”）的阵列，其中各个面都可以围绕 3 个方向中任意一个倾斜。各个面可以按行、按

	列或单独的微元来处理。
空物体	一种不存在的物体。当将新物体插入 NSC 编辑器，并且用于占位符时，这是默认设置类型。
奇次非球面透镜	一个旋转对称透镜，在前后表面都具有最多 12 阶偶次和奇次幂非球面。
近轴透镜	一个理想的平面，类似具有分别的光焦度的薄透镜。
多边形物体	用户自定义常规多边形物体，可以是开放或闭合的，并且可以是折射、反射或吸收面，或者这些类型的面的混合面。
光线旋转器	可以将入射的光线选择到两个方向的理想元件。
矩形锥	由 3 个矩形表面组成的角锥。
矩形	由宽度和高度定义的矩形。
矩形管	一种四边的盒型物体。
矩形管光栅	一种四边的盒型物体，在侧面具有光栅。
矩形屋脊	由两个矩形表面以一定角度形成的屋脊。
矩形 Torus 面	矩形 Torus 面的一部分；末端开放。
矩形 Torus 体	矩形 Torus 体的一部分，末端封闭组成一个体。
矩形体	封闭的六面体。
矩形体光栅	一种六面体，在侧面具有衍射光栅。
ReverseRadiance™ 探测器	与 ReverseRadiance™ 功能结合使用的探测器。
ReverseRadiance™ 目标	与 ReverseRadiance™ 功能结合使用的目标物体。
幻灯片	一种彩色的 RGB 文件，可以是 BMP、JPG 或 PNG 格式。可以将幻灯片缩放到任何尺寸和长宽比，并且可以作为光源的滤光片以创建彩色图像光源。
球体	一种球体。

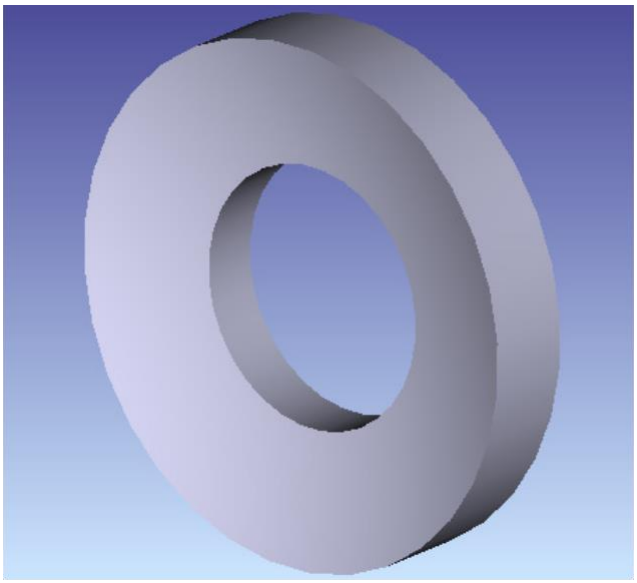
标准透镜	由五个表面定义的透镜物体，具有两个标准面、两个平边和一个圆柱形外边。
标准面	具有与 OpticStudio 标准面相同形状的表面（平面、球面、圆锥非球面或超半球面）。
旋转物体	一个面或体，通过将另一个物体截面绕任意轴旋转一个角度形成。
表格多面径向物体	一个鳞甲面物体，由一个表格的坐标点关于局部 z 轴旋转生成的鳞甲面物体。此物体类型可以用来定义表面或体。
表格多面 Toroid 物体	一个鳞甲面物体，由一表格的坐标点绕一个平行于局部 y 轴生成的鳞甲面物体。此物体类型可以用来定义圆柱形或 Toroidal 面。
表格菲涅尔径向物体	一个平滑的菲涅尔透镜。由一表格的坐标点形成。这与表格鳞甲面径向物体非常类似，除表面是平滑面而不是鳞甲面以外。另请参阅菲涅尔物体。
Toroidal 全息图	在前后表面具有非球面 Toroidal 面，以及在前表面具有全息图的圆形、椭圆形或矩形透镜。
Toroidal 透镜	在前后表面具有非球面 Toroidal 面的圆形、椭圆形或矩形透镜。
Toroidal 面	具有 Toroidal 非球面形状的矩形表面。
Toroidal 面奇次非球面	具有 Toroidal 非球面形状的矩形表面。包括最多 y8 的偶次非球面项。
Torus 面	Torus 面的一部分；末端开放。
Torus 体	Torus 体的一部分；两端封闭，形成一个体。
三角拐角	由 3 个三角形组成的角。
三角	由平面中的 3 个点定义的三角形。
用户定义物体	由用户提供的 DLL 定义的物体。
沃尔特面	在 x 射线望远镜中使用的径向对称的壳状物体。

Zernike 面	由径向非球面和标准 Zernike 多项式矢高项定义的表面。

下面的概要列表中介绍了各种 NSC 物体类型，并在以下各部分各种进行详细的介绍。注意，这些基本几何物体可以组合构成更复杂的几何体。有关将物体放置在另一个物体内部或邻接的信息，请参阅“物体放置 (Object Placement) ”。

如果有未列出且所需的物体，请发送电子邮件给技术支持人员，建议将新的物体类型添加到 OpticStudio 中。

[环形非球面透镜] (Annular Aspheric Lens)



环形非球面是一个环形实体，前后表面具有一个 16 次偶次非球面多项式的圆锥非球面，相当于偶次非球面透镜物体。有关偶次非球面多项式的说明，请参阅“偶次非球面透镜 (Even Asphere Lens) ”。

环形由最小和最大径向孔径定义，前后表面可能有所不同。非球面后面通过在指定的径向孔径测得的厚度与前面偏移开，该厚度可能是零。

为了向后兼容此物体的定义，后表面的参数在前表面参数之前列出来。

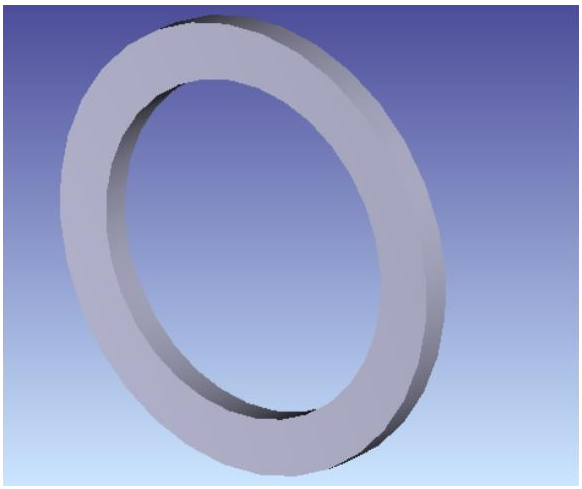
下面是对此物体一些限制：所有的孔径必须为正数，每个面的最大孔径必须大于该面上的最小孔径，并且如果一个面的最小孔径为零，则另一个面的最小孔径也必须为零。

物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面最小径向孔径	前表面	1
2	前表面最大径向孔径	前表面	1
3	后表面最小径向孔径	后表面	2
4	后表面最大径向孔径	后表面	2
5	厚度孔径	侧面	0
6	后表面曲率半径	后表面	2
7	后表面圆锥系数	后表面	2
8	厚度（在厚度孔径测量）	侧面	0
9 -16	后表面的偶次非球面系数 α1 至 α8	后表面	2
17	前表面曲率半径	前表面	1
18	前表面圆锥系数	前表面	1
19 - 26	前表面的偶次非球面系数 α1 至 α8	前表面	1

面编号：外侧连接“最大”孔径的面为面 0、前表面为面 1、后表面为面 2，内侧连接前后表面的“最小”孔径为面 3。

[环形轴锥透镜] (Annular Axial Lens)



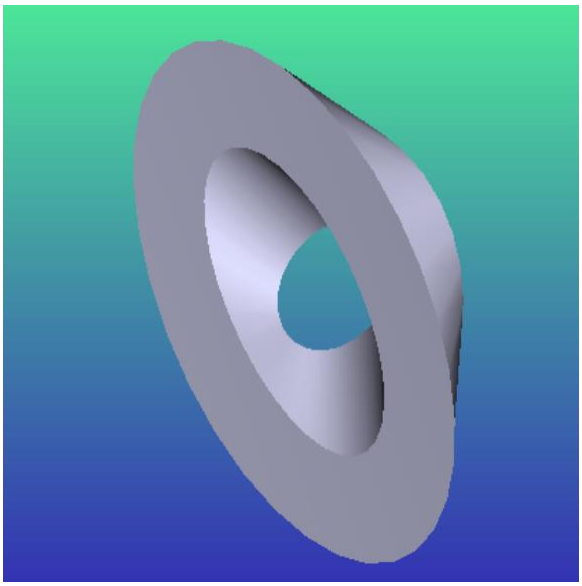
环形轴锥透镜通过将一个双非球面透镜的截面绕一个平行于截面对称轴的偏心旋转轴来定义。截面包括两个非球面，每个非球面都是多项式非球面。截面与偶次非球面有相同的形状，请参阅“偶次非球面透镜 (Even Asphere Lens) ”。但是，截面可以沿着径向偏心。定义的参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径，用零表示平面。	前表面	1

2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	后表面的曲率半径，用零表示平面。	后表面	2
4	后表面的圆锥系数。	后表面	2
5	截面的厚度。厚度必须足够大，使得该部分的边缘厚度至少是中心厚度的 0.001 倍。	外面	0
6	截面的径向孔径。	内面	3
7	从局部 Z 轴到截面旋转对称轴的旋转半径。其值必须大于参数 6 定义的横截面径向孔径 1%。	外面	0
8	透镜孔径内截面的偏心。正偏心表示截面的轴沿径向向外移动，负偏心表示将轴沿径向向内移动。	不适用	不适用
9	未使用。	不适用	不适用
10-17	前表面系数 α1 至 α8。	前表面	1
18-19	未使用。	不适用	不适用
20-27	后表面系数 α1 至 α8。	后表面	2

面编号：连接“最大”孔径的外侧面为面 0、前表面为面 1、后表面为面 2，连接前后表面“最小”孔径的内侧面为面 3。

[环形体] (Annular Volume)



环形体包括倾斜的前后环形椭圆面，之间以一个轴向距离间隔。前后表面最小和最大坐标值在 XY 平面上测得。这些坐标在前后参考平面形成一个椭圆。通过连接前后椭圆形而形成的内部和外部的椭圆锥是环形体的内侧和外侧面。然后在 x 和 y 方向按指定角度倾斜前后倾斜面。每个面的边缘形状由倾斜面和环形椭圆锥的相交的部分定义。定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1-2	未使用	不适用	不适用
3	前表面最小 x 坐标。	前表面	1
4	前表面最小 y 坐标。	前表面	1
5	后表面最小 x 坐标。	后表面	2
6	后表面最小 y 坐标。	后表面	2
7	前表面最大 x 坐标。	前表面	1
8	前表面最大 y 坐标。	前表面	1
9	后表面最大 x 坐标。	后表面	2
10	后表面最大 y 坐标。	后表面	2
11	沿局部 Z 轴的长度。	外面	0
12	前表面 x 倾斜角度（以度为单位）。	前表面	1
13	前表面 y 倾斜角度（以度为单位）。	前表面	1
14	后表面 x 倾斜角度（以度为单位）。	后表面	2
15	后表面 y 倾斜角度（以度为单位）。	后表面	2

面序号：外侧连接最大孔径的为面 0，前表面为面 1，后表面为面 2，内侧连接前后最小孔径的为面 3。

[环形面] (Annulus)



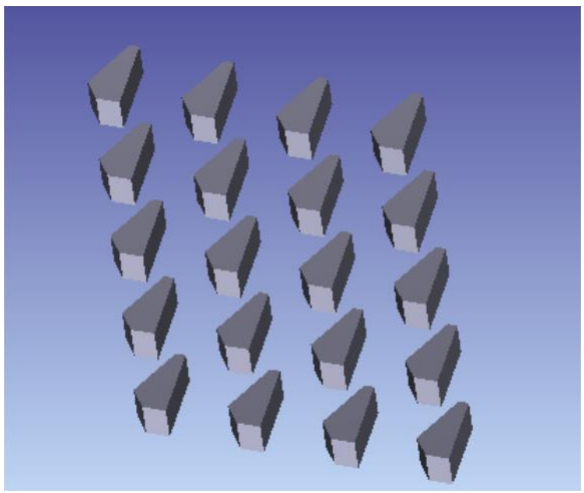
环形面是一个椭圆形平面，表面形状由 4 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 方向最大半宽。	所有面	0
2	Y 方向最大半宽。	所有面	0
3	X 方向最小半宽。	所有面	0
4	Y 方向最小半宽。	所有面	0

环形面都在局部 XY 平面内。如果最小半宽设为 0，则平面上不存在“孔”，所以光线在最大半宽度范围内的任意一处均相交。此时，环形面与椭圆面相似。

参考坐标是环形面的中心。面编号：所有的面均为面 0。

[阵列（非序列几何物体）] (Array (non-sequential geometry objects))



这个物体是相同物体的集合，基于单个“父”物体，沿着三维矩阵排列。每个阵列元件与父物体的功能相同，就像一个父物体的复制放在每个阵列的位置上。阵列的 3 个轴不需要正交，可以由用户自定义，请参阅下面的详述。阵列物体通常比用复制工具（参阅“复制工具 (Replicate Object) ”）或者用于透镜列阵 1 和透镜列阵 2 物体相似的阵列创建的等价系统追迹的速度快，内存利用率更高。阵列物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	父物体#。在 NSC 编辑器中，父物体必须在阵列物体之前。	不适用	不适用
2-4	X’、Y’和 Z’方向的阵列元件数。	不适用	不适用
5-7	X’、Y’和 Z’方向的元件间距，以镜头单位表示。有关非均匀间距，请参阅其详述。	不适用	不适用

8-10	阵列的 X'轴方向余弦。	不适用	不适用
11-13	阵列的 Y'轴方向余弦。	不适用	不适用
14-16	阵列的 Z'轴方向余弦。	不适用	不适用
17-19	元件绕 X、Y 和 Z 方向倾斜，以度为单位。注意，这些倾斜是绕正交局部 X、Y 和 Z 轴倾斜，而不是用户自定义 X'、Y'和 Z'轴。	不适用	不适用
20	绘制极限。如果每个方向的元件数量乘积 (Nx x Ny x Nz) 超过绘制极值，则将不会绘制单独的阵列元件。取而代之的是，将绘制一个接近阵列大小的简单框盒。此功能主要用于在元件数量很大时，加快阵列物体的渲染速度。	不适用	不适用
21	绘制边界	不适用	不适用
22-30	非线性间距系数，请参阅下面的详述。	不适用	不适用
31-33	X'、Y'和 Z'方向的最大阵列尺寸。这些值不是由用户设置的。而是在间隔系数和定义的元件数目的基础上计算出来的。当优化非线性间距系数时，可能会使用优化操作数 NPGT、NPLT 和 NPVA 限制阵列的尺寸大小。这些参数值中指出的最大尺寸是在每个方向上从第一个阵列元件到最后一个阵列元件的中心之间的间隔，不考虑单个阵列元件的尺寸大小。	不适用	不适用

父物体可以是任意的物体类型，除了光源、探测器或其他阵列物体。如果选中的父物体的"物体为探测器 (Oject Is A Detector) "复选框，则在阵列元件中将忽略这一属性。要创建光源阵列，请参阅"物体属性 (Object Properties) "中"光源 (Sources) "设置。

原则上，在三个方向的阵列元件的个数原则上可以是任何数量，但是非常大的阵列可能需要大量的计算时间或计算机内存去渲染（有关消除渲染大阵列的设置，请参阅参数 20 和 21）。

阵列元件在一个三维的网格上排列，其中网格的轴不必是通常的正交 XYZ 轴。默认的 X'、Y'和 Z'轴是在正交局部坐标轴方向，但是可以通过指定的这些轴的方向余弦来定义轴。元件的阵列位置是用参数 ijk（i 表示 X'，j 表示 Y'，k 表示 Z'）根据以下表达式计算：

$$\vec{r} = \begin{bmatrix} i\delta_x \\ j\delta_y \\ k\delta_z \end{bmatrix}$$

其中，

$$\begin{bmatrix} i\delta_x \\ j\delta_y \\ k\delta_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_x & Y_x & Z_x \\ X_y & Y_y & Z_y \\ X_z & Y_z & Z_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i\delta_x \\ j\delta_y \\ k\delta_z \end{bmatrix}$$

Xx，Xy，Xz 是定义 X’轴的余弦（参数 8,9,10），以同样的方法定义 Y’和 Z’, Δ_1 是沿轴向的元件间隔（参数 5,6,7）。注意，方向余弦向量一般会自动归一化。一旦阵列元件被定位，关于 X，Y 和 Z 轴的局部旋转就被执行了，方法与通常的坐标旋转相同（参阅“物体放置 (Object Placement) ”）。

三个方向上的Δ_1 值被用来定义元件阵列的均匀间隔。然而也可以利用参数 20-30 来定义非均匀间隔。通常沿着 X’方向的元件阵列的位置可以表示为：

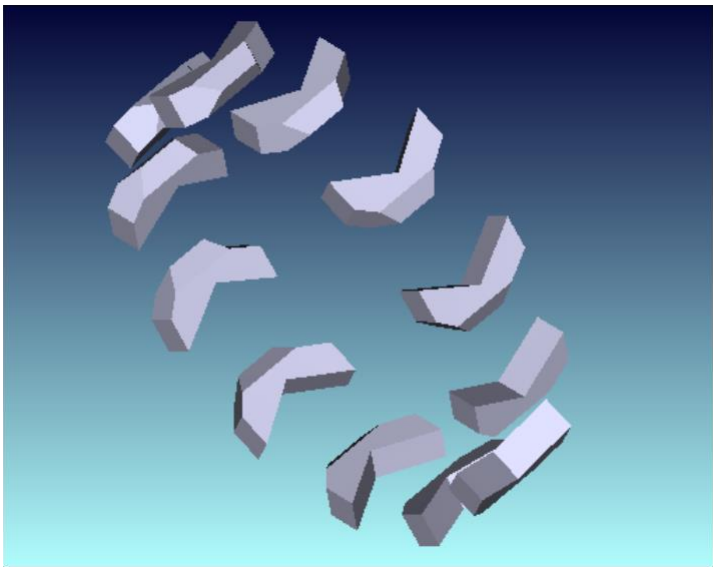
$$x_i = \Delta_1 i + \Delta_2 i^2 + \Delta_3 i^3 + \Delta_4 i^4$$

其中，Δ_1 是均匀间隔（X’，Y’和 Z’方向分别由参数 5,6,7 定义），标志 i 从 0 变化到 n_x-1（n_x 是 X’方向的元件数目），系数Δ_k 是以镜头单位测量的第 k 阶项。如果任一Δ_k 系数都不为零，则阵列间隔是非均匀的。Y’和 Z’方向上具有与上述相似的表达式和系数。任意两个相邻元件之间的间隔不能为负。注意，非线性系数的定义必须使得元件之间的间隔不能改变符号，因为符号的更改可能会使阵列向后翻转折叠。

大多数的阵列物体的属性用父物体定义。例外的是可以使用“光线忽略此物体 (Rays Ignore This Object) ”和“不绘制物体 (Do Not Draw Object) ”设置，来区分阵列物体和父物体。所有其他属性，包括表面定义、材料、膜层、散射、衍射或渐变折射率属性，与父物体的定义相同，阵列物体的设置将会忽略。如果不需要父物体，用父物体上的“光线忽略这个物体”和“不绘制物体”设置（参阅“类型选项卡 (Type Tab) ”和“绘制选项卡 (Draw Tab) ”）。即使不绘制父物体或不对其追迹光线，列阵仍然会被创建并被光线追迹。注意，光线到达一个阵列物体将报告到达的父物体编号，不是阵列编号。因此，当用 ZRD 文件、优化操作数或者滤字符串时，用来参考光线数据的物体编号应该是父物体编号。

在其它物体内部或外部嵌套阵列物体时，可应用常用嵌套规则。有关更多信息，请参阅“嵌套物体 (Nesting Volumes) ”。但是，在 NSC 编辑器中放置的是父物体，而不是阵列物体，这就决定了该如何应用嵌套规则。具体而言，如果将某阵列物体嵌套到另一个外部物体的内部，则在编辑器中父物体必须在此外部物体之后。

[环形阵列] (Array Ring)



这个物体是相同物体的集合，基于单个父物体以环形或弧形排列。每个阵列元件与父物体的功能相同，就像一个父物体的拷贝放在每个阵列位置上。环形阵列物体一般比用复制工具放在每个元件位置创建的等价系统追迹更快，内存利用效率更高。环形阵列物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	父物体#。在 NSC 编辑器中，父物体必须在阵列物体之前。	不适用	不适用
2	模式编号。	不适用	不适用
3	阵列元件数，N。	不适用	不适用
4	环形或参考球面的半径，R，以镜头单位表示。	不适用	不适用
5-9	参数 α、β、γ、δ 和 ε。当这些参数是角度时，单位为度。	不适用	不适用

父物体可以是任意的物体类型，除了光源、探测器或其他阵列物体。如果选中的父物体的“物体为探测器 (Object Is A Detector) ”复选框，则在阵列元件中将忽略这一属性。要创建光源阵列，请参阅“物体属性 (Object Properties) ”中“光源 (Sources) ”设置。

原则上，阵列元件的个数可以是任何数量，但是非常大的阵列可能需要大量的计算时间或计算机内存去渲染。

阵列元件以环形（或弧形）方式排列。可以通过两种方法定义阵列元件的位置，即通过模式标记进行分别定义。模式 0 可在平面上创建环形物体。模式 1 可在参考球面上创建环形物体。下述是用于放置每个阵列的元件的两种模式：

模式 0：先将父物体放在环形阵列的顶点。其次，按 α 角度绕阵列的局部+Z 轴旋转。然后按距离 R 沿阵列局部+X 轴移动物体。最后，按 γ 角度绕局部 Z 轴旋转物体。这是阵列中第一个元件的位置。后续阵列按 δ/N 角度沿局部 Z 轴进一步旋转。阵列元件“k”的角位置由以下公式给出：θ = γ + k * δ/N。其中，k 是 0 至 N-1 之间的值。对于一个完整的环，δ 为 360 度。模式 0 也可以用来形成阿基米德螺旋线 (Spiral of Archimedes)，其中将 R 替换为 R + k * β * δ/N，其中 β 为镜头单位/度。ε 值也可以用来定义 k * δ/N 每经过 360 度时 R 的步长的变化，以镜头单位表示。通常，当 β 或 ε 不为零时，光线追迹的速度将非常慢，因为阵列的对称性以被破坏。

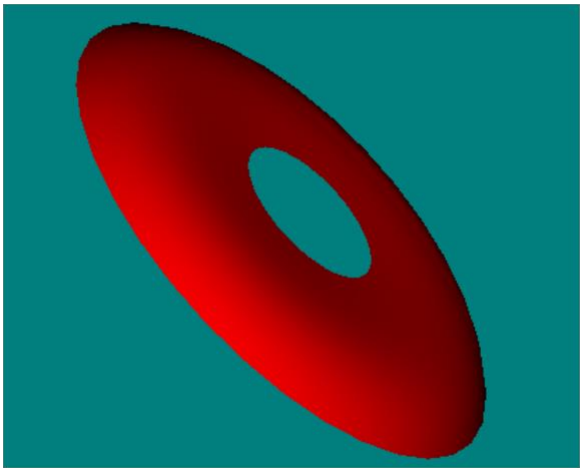
模式 1：先将父物体放在环形阵列的顶点。其次，按 α 角度绕局部+Z 轴旋转物体。然后按 β 角度沿与阵列局部 Y 轴平行的轴旋转物体，即在局部+Z 方向按 R 移动物体，使阵列元件的局部 Z 点朝向半径为 R 的球面中心（或远离中心，如果半径 R 为负数）。此处使用的角度 β 的符号规约是该 β 角度始终为正，并且物体始终朝向局部+X 轴旋转，无论半径 R 是正还是负。最后，按 γ 角度绕局部 Z 轴旋转物体。这是阵列中第一个元件的位置 (k = 0)。后续阵列元件按角度 δ/N 沿局部 Z 轴进一步旋转。

对于两种模式，要形成一个完整的环形，δ 应为 360。较小的 δ 值将形成物体的弧形阵列。较大的 δ 值可能会导致元件叠加，从而创建无效的几何形状。γ 角度是指绕 Z 轴从环形和弧形的起点开始计数。

大多数的环形阵列物体的属性用父物体定义。例外的是可以使用“光线忽略此物体 (Rays Ignore This Object)”和“不绘制物体 (Do Not Draw Object)”设置区分环形阵列物体和父物体。所有其他属性，包括表面定义、材料、膜层、散射、衍射或渐变折射率属性，与父物体的定义相同，阵列物体的设置将会忽略。如果不需要父物体，可使用父物体上的“光线忽略这个物体”和“不绘制物体”设置（参阅“类型选项卡 (Type Tab)”和“绘制选项卡 (Draw Tab)”）完成操作。即使不绘制父物体或不追迹光线，列阵物体仍然会被创建并被光线追迹。注意，光线到达一个阵列物体将报告到达的父物体编号，不是阵列编号。因此，当用 ZRD 文件，优化操作数，或者滤字符串时，用来参考光线数据的物体编号应该是父物体编号。

在其它物体内部或外部嵌套阵列物体时，可应用常用嵌套规则。有关更多信息，请参阅“嵌套物体 (Nesting Volumes)”。但是，在 NSC 编辑器中放置的是父物体，而不是阵列物体，这就决定了该如何使用嵌套规则。具体而言，如果将某阵列物体嵌套到另一个外部物体的内部，则在编辑器中父物体必须在此外部物体之后。

[非球面] (Aspheric Surface)



非球面由以下矢高等式表示：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i r^i$$

其中，c 是表面曲率，k 是圆锥系数，r 是径向坐标，α 是非球面系数。此表面可以设置最大和最小孔径，从而也可以定义环面。注意，等式中奇次项和偶次项均可定义，最多可以使用 240 个非球面系数。

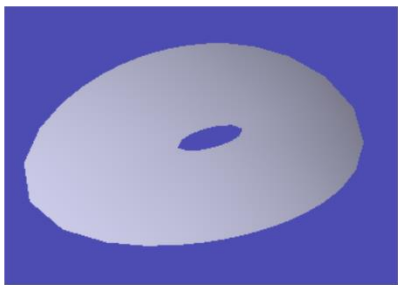
以下参数用于定义非球面表面:

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。如果此值为零，则认为曲率为零。	所有面	0
2	圆锥系数 k。	所有面	0
3	最大径向孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
4	最小径向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。	所有面	0
5-6	未使用。	所有面	0
7	用于非球面展开式的项数。如果此数不大于非零系数的最高级次，则光线追迹速度更快。	所有面	0
8-249	多项展开式的 α 系数。	所有面	0

面编号：所有表面均为面 0。

此物体支持用户自定义孔径，请参阅“用户自定义孔径 (User defined apertures) ”。有关其他孔径形状选项，请参阅“非球面 2 (Aspheric Surface 2) ”。

[非球面 2] (Aspheric Surface2)

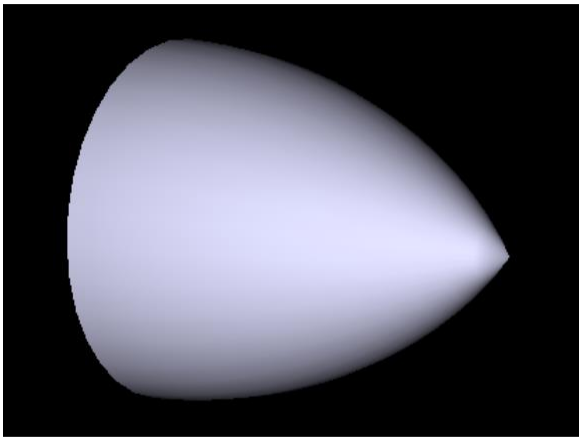


此表面与上述的非球面相似，新增了对椭圆或矩形偏心环孔径的支持。以下参数用于定义该非球面：

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。如果此值为零，则认为曲率为零。	所有面	0
2	圆锥系数 k。	所有面	0
3	最大 X 方向孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
4	最大 Y 方向孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
5	最小 X 方向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。	所有面	0
6	最小 Y 方向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。	所有面	0
7	X 方向孔径偏心，以镜头单位表示。	所有面	0
8	Y 方向孔径偏心，以镜头单位表示。	所有面	0
9	“是矩形”标记。用 0 表示椭圆形对称，用 1 表示矩形对称。	所有面	0
10-11	未使用。	所有面	0
12	用于非球面展开式的项数。如果此数不大于非零系数的最高级次，则光线追迹速度更快。	所有面	0
13-249	多项展开式的 α 系数。	所有面	0

面编号：所有的表面均为面 0。

[轴锥面] (Axicon Surface)



可以使用多种类型的轴锥面。普通的多项式类型可以使用非球面进行模拟（参阅“非球面 (Aspheric Surface) ”）。

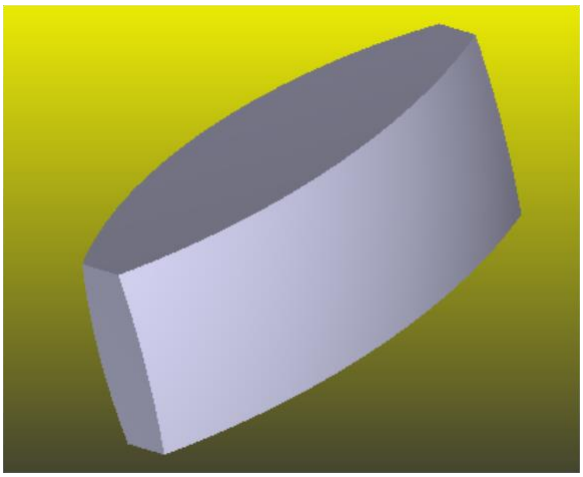
轴锥面物体使用一个不同的方法定义物体的外形。轴锥面通过 YZ 平面内的一段圆（弧）定义。弧由三个点定义。弧的起始点为 (z=0, y=0) 。弧的圆心在用户定义的坐标上 (cz, cy) 。弧的终点在 z = L 处，其中 L 是用户自定义的参数，对应轴锥面沿 Z 轴方向的长度。表面是通过将此弧绕 Z 轴旋转而成的。如果 cz 是正数，取 cy 的绝对值的负值，在第一象限的部分弧用来定义表面。如果 cz 是负数，取 cy 的绝对值，在第一象限的部分弧用来定义表面。

以下参数用来定义轴锥面：

参数#	描述	面名称	面#
1	轴锥面沿局部 Z 轴的长度。	所有面	0
2	在 YZ 平面测量的弧的圆心的 z 坐标。	所有面	0
3	在 YZ 平面测量的弧的圆心的 y 坐标。	所有面	0

面编号：所有面为面 0。

[双锥透镜] (Biconic Lens)



除了圆锥系数和 X/Y 方向的基本半径可能有差别外，双锥透镜与 Toroidal 透镜非常类似。双锥透镜允许对前后表面分别定义 Rx、Ry、Kx、Ky，双锥表面矢高可由以下公式给出：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x{}^2 x^2 - (1 + k_y) c_y{}^2 y^2}}$$

其中：

$$c_x = \frac{1}{R_x}$$

和

$$c_y = \frac{1}{R_y}$$

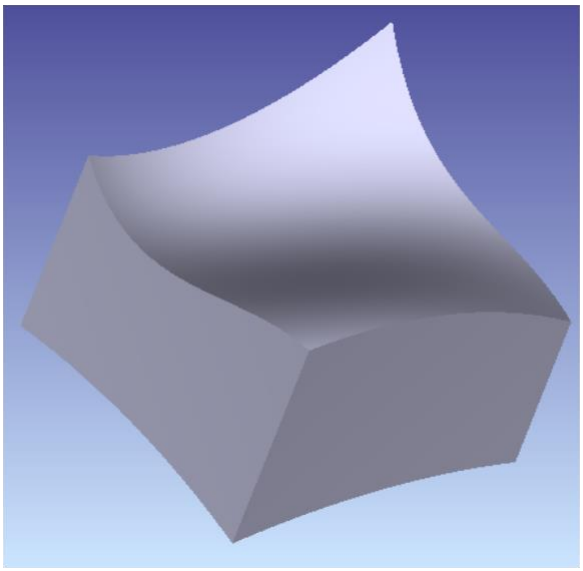
双锥透镜由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	透镜物体的径向高度，以镜头单位表示。如果透镜是矩形，则使用此值作为 y 方向半高。	不适用	不适用
2	透镜物体的 x 方向半宽，以镜头单位表示。如果值为零，则透镜是圆形，否则透镜是矩形。	不适用	不适用
3	透镜的中心厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
4-5	未使用。	不适用	不适用

6	前表面在 XZ 平面的基本曲率半径。如果此值为零，则假设 XZ 曲率为零。	前表面	1
7	前表面在 YZ 平面的基本曲率半径。如果此值为零，则假设 YZ 曲率为零。	前表面	1
8	前表面的 X 方向圆锥系数。	前表面	1
9	前表面的 Y 方向圆锥系数。	前表面	1
10	后表面在 XZ 平面的基本曲率半径。如果此值为零，则认为 XZ 曲率为零。	后表面	2
11	后表面在 YZ 平面的基本曲率半径。如果此值为零，则认为 YZ 曲率为零。	后表面	2
12	后表面的 X 方向圆锥系数。	后表面	2
13	后表面的 Y 方向圆锥系数。	后表面	2

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[双锥 Zernike 透镜] (Biconic Zernike Lens)



双锥 Zernike 透镜的形状为矩形或椭圆形，前表面具有标准面型，后表面具有双锥 Zernike 面型。后表面有以下矢高公式给出：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x{}^2 x^2 - (1 + k_y) c_y{}^2 y^2}} + \sum_{i=1}^{16} \alpha_i x^i + \sum_{i=1}^{16} \beta_i y^i + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x}$$

和

$$c_y = \frac{1}{R_y}$$

Rx 和 Ry 是 x 和 y 方向的曲率半径值，Kx 和 Ky 是 x 和 y 方向的圆锥系数，α 是 x 非球面系数，β 是 y 非球面系数，N 是该系列中 Zernike 系数的项数，A_i 是 i^{th} Zernike Standard 多项式的系数，r 是径向坐标，以镜头单位表示，ρ 是归一化的径向坐标，即角度坐标。在“Zernike Standard 系数”中提供的表格定义了 Zernike Standard 多项式。

以下参数用于定义双锥 Zernike 透镜：

参数#	描述	面名称	面#
1	y 方向的透镜径向高度，以镜头单位表示。	不适用	不适用
2	X 半宽，以镜头单位表示。如果此参数为零，则透镜的外边界是圆形，并且径向尺寸等于径向高度。如果此参数为正，则透镜的外边界是矩形。如果此参数为负，则透镜的外边界是椭圆形。	不适用	不适用
3	透镜的中心厚度。	侧面	0
4-5	未使用。	不适用	不适用
6	前表面的曲率半径，使用 0 表示平面。	前表面	1
7	前表面的圆锥系数。	前表面	1
8-9	X/Y 方向的后表面半径。使用 0 表示平面。	后表面	2
10-11	X/Y 方向的后表面圆锥系数。	后表面	2
12	标准 Zernike 项数。	不适用	不适用
13	Zernike 项的归一化半径。	不适用	不适用
14-29	x 方向非球面系数。	后表面	2
30-45	y 方向非球面系数。	后表面	2
46-249	Zernike Standard 系数。	后表面	2

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[双锥面] (Biconic Surface)



除了圆锥系数和 x 与 y 方向的基本半径可能有差别外，双锥面与 Toroidal 面非常类似。双锥面允许直接定义 Rx、Ry、Kx、Ky。双锥面的矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x{}^2 x^2 - (1 + k_y) c_y{}^2 y^2}}$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x}$$

和

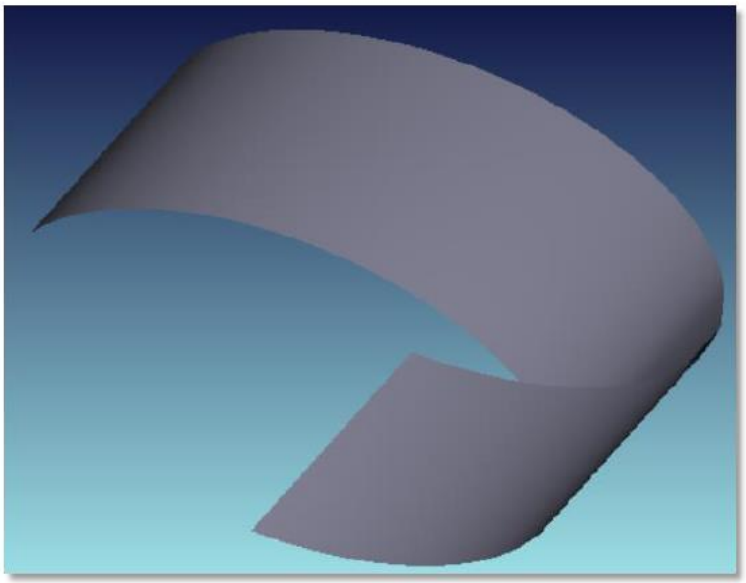
$$c_y = \frac{1}{R_y}$$

双锥面由以下 13 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	XZ 平面的基本曲率半径。如果此值为零，则认为 XZ 曲率为零。	所有面	0
2	YZ 平面的基本曲率半径。如果此值为零，则认为 YZ 曲率为零。	所有面	0
3	X 方向圆锥系数。	所有面	0

4	Y 方向圆锥系数。	所有面	0
5-6	最大 X/Y 孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
7-8	最小 X/Y 孔径，以镜头单位表示。如果“是矩形?”参数为零，则忽略这些参数。	所有面	0
9-10	未使用。	所有面	0
11	“是矩形?”标记。如果此标记为零，则得到的表面形状将具有椭圆形边界。如果此标记不为零，则表面将具有矩形边界。	所有面	0
12	“顶点过高?”标记。如果此标记为零，则最大 Y 孔径将位于表面的非超半球部分。如果此标记为非零，则表面的最大 Y 孔径将为超半球。如果“是矩形?”参数为零、如果 Y 方向圆锥系数小于或等于-1.0、如果最大 Y 孔径小于零或如果 XZ 基圆半径不为零，则忽略此参数。	所有面	0
13	“底部过低?”标记。如果此标记为零，则最小 Y 孔径将位于表面的非超半球部分。如果此标记为非零，则表面的最小 Y 孔径将为超半球。如果表面为椭圆面、如果 Y 方向圆锥系数小于或等于-1.0、如果最小 Y 孔径大于零或如果 XZ 基圆半径不为零，则忽略此参数。	所有面	0

[创建超半球] (Making a Hyperhemispheric Surface)



双锥面也可以用来创建一个超半球圆柱面，但只有在下列条件下：

1)将 Rx 和 Kx 设置为零。

2)将“是矩形?”标记设置为 1（即表面边缘为矩形）。

3)Ky 值大于-1。

对于在顶部为超半球面的表面，将 Y 方向的最大孔径设为正值且将“顶点过高?”标志设为统一。

对于底部为超半球面的表面，将最小 Y 孔径设置为负值并将“底部过低?”标志设置为统一。

表面在顶部和底部可能同时是超半球面，但是目前仅对 Rx = 0.0 的情况适用。如果顶部和底部均为超半球面，实际的 Y 方向的最大孔径由以下公式给出：

$$y^2 = \frac{{R_y}^2}{1 + k_y}$$

在这种特殊情况下，将生成超半球圆柱体。

面编号：所有面为面 0。

[双锥 Zernike 面] (Biconic Zernike Surface)



双锥 Zernike 面的形状为矩形或椭圆形，或者可以由用户自定义孔径定义形状。其表面由以下矢高公式描述：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x{}^2 x^2 - (1 + k_y) c_y{}^2 y^2}} + \sum_{i=1}^{16} \alpha_i x^i + \sum_{i=1}^{16} \beta_i y^i + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中

$$c_x = \frac{1}{R_x}$$

和

$$c_y = \frac{1}{R_y}$$

Rx 和 Ry 是 x 和 y 方向的曲率半径值，K_x 和 K_y 是 x 和 y 方向的圆锥系数，α 是 x 非球面系数，β 是 y 非球面系数，N 是该系列中 Zernike 系数的项数，A_i 是 i^{th} Zernike Standard 多项式的系数，r 是径向坐标，以镜头单位表示，ρ 是归一化的径向坐标，即角度坐标。在“Zernike Standard 系数”中提供的表格定义了 Zernike Standard 多项式。

此表面还分别支持双锥和 Zernike 项的 X 和 Y 偏心。双锥偏心适用于双锥矢高和单个 x 和 y 非球面系数，而 Zernike 偏心仅适用于 Zernike 项。

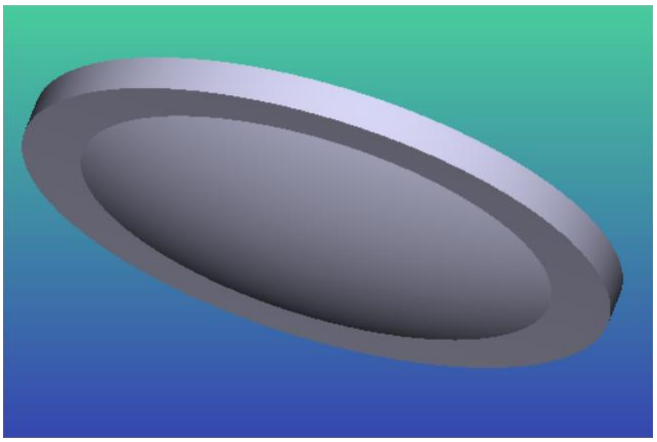
以下参数用于定义双锥 Zernike 面：

参数#	描述	面名称	面#
1-2	X 和 Y 半宽，以镜头单位表示。如果任一值小于零，则孔径形状将为椭圆形；否则，孔径为矩形，除非对表面应用用户自定义孔径。	所有面	0
3-4	曲率的 Rx 和 Ry 半径。使用 0 表示平面。	所有面	0
5-6	Kx 和 Ky 圆锥系数。	所有面	0
7-8	双锥 X 和 Y 方向偏心。	所有面	0
9-10	Zernike X 和 Y 方向偏心。	所有面	0
11	标准 Zernike 项数。	所有面	0
12	Zernike 项的归一化半径。	所有面	0
13	未使用。	不适用	不适用

14-29	x 方向非球面 α 系数。	所有面	0
30-45	y 方向非球面 β 系数。	所有面	0
46-245	Zernike Standard 系数。	所有面	0

面编号：所有面为面 0。

[二元面 1（非序列几何物体）] (Binary1 (non-sequential geometry objects))



二元面 1 物体是一个前表面上有与二元面 1 表面类型相似的衍射光学相位剖面的标准透镜。二元面 1 相位剖面根据以下扩展多项式将相位加到光线上：

$$\Phi = \mathrm{M}\sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x,y)$$

其中，N 是级数中多项式系数的个数，M 是衍射级次，A_i 是扩展多项式中第 i 项的系数。该多项式是一个归一化 xy 坐标系下的幂级数，如“扩展奇次非球面透镜 (Extended Odd Asphere Lens) ”中所述。系数 A_i 均以弧度为单位（2π 弧度相当于一个波长）。

定义时需要以下参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用 0 表示无限（平面）。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	前表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前表面	1

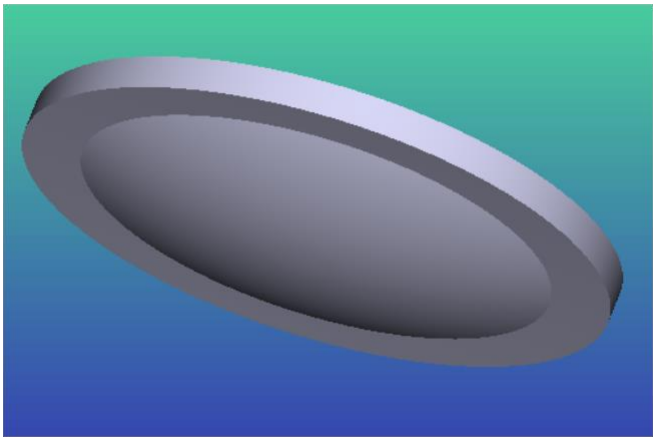
4	透镜前侧边缘的径向孔径。	前表面	1
5	透镜的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用 0 表示无限（平面）。	后表面	2
7	后表面的圆锥系数。	后表面	2
8	后表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后表面	2
9	透镜后侧边缘的径向孔径。	后表面	2
10	衍射级次 M。	前表面	1
11	归一化半径。根据此值归一化 x 和 y 坐标。这样可保留所有系数均以弧度为单位。	前表面	1
12	最大项数。	前表面	1
13-242	多项式中的系数值。	前表面	1

如果前表面为超半球面，则该物体不能正常衍射光线。另请参阅二元面 2 物体。

有关衍射物体的重要信息，请参阅“从 NSC 物体衍射 (Diffraction from NSC objects) ”。

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，侧面为面 0。

[二元面 2（非序列几何物体）] (Binary 2 (non-sequential geometry objects))



二元面 2 物体是一个前表面上有与二元面 2 表面类型相似的衍射光学相位剖面的标准透镜。二元面 2 相位剖面根据以下扩展多项式将相位加到光线上：

$$\Phi = \mathrm{M}\sum_{i=1}^{N} A_i \rho^{2i}$$

其中，N 是级数中多项式系数的个数，A_i 是ρ^{2i}的系数，ρ 是归一化的极坐标。所有 A_i 系数均以弧度为单位（2π 弧度相当于一个波长）。

参数定义如下：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用 0 表示无限（平面）。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	前表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前表面	1
4	透镜前侧边缘的径向孔径。	前表面	1
5	透镜的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用 0 表示无限（平面）。	后表面	2
7	后表面的圆锥系数。	后表面	2
8	后表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后面	2
9	透镜后侧边缘的径向孔径。	后面	2
10	衍射级次 M。	前表面	1
11	归一化半径。根据此值归一化 x 和 y 坐标。这样可保留所有系数均以弧度为单位。	前表面	1
12	最大项数。	前表面	1
13-242	多项式项的系数值。	前表面	1

如果前表面为超半球面，则该物体不能正常衍射光线。另请参阅二元面 1 物体。

有关衍射物体的重要信息，请参阅“从 NSC 物体衍射 (Diffraction from NSC objects)”。

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[二元面 2A] (Binary 2A)

二元面 2A 物体在前后表面上有一个偶次多项式非球面，且其前表面带有一个与二元面 2 表面类型相似的衍射光学相位剖面。偶次非球面矢高公式为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{12} \alpha_i r^{2i}$$

二元面 2A 物体由这种两个面型组成，间隔一个厚度。

二元面 2A 相位剖面放置在前表面，并根据以下拓展多项式将相位加到光线上：

$$\Phi = M \sum_{i=1}^{N} A_i \rho^{2i}$$

其中，N 是级数中多项式系数的个数，A_i 是ρ^{2i}的系数，ρ 是归一化的极坐标。所有 A_i 系数均以弧度为单位（2π 弧度相当于一个波长）。

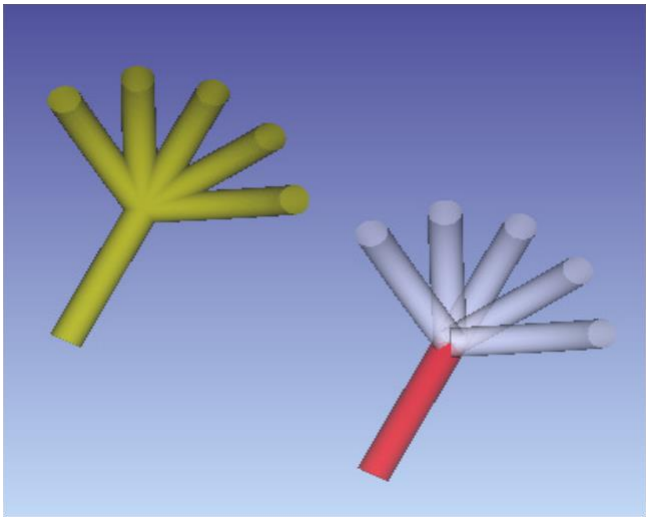
参数定义如下：

参数#	描述	面名称	面#
1	最大径向孔径。	不适用	不适用
2	透镜的中心厚度。	侧面	0
3-4	未使用。	不适用	不适用
5	前表面的曲率半径。	前表面	1
6	前表面的圆锥系数 k。	前表面	1
7-18	前表面的系数 α1–α12。	前表面	1
19	后表面的曲率半径。	后表面	2
20	后表面的圆锥系数 k。	后表面	2
21-32	后表面的系数 α1–α12。	后表面	2
33	衍射级次 M。	前表面	1
34	归一化半径。根据此值归一化 x 和 y 坐标。这样可保留所有系数均以弧度为单位。	前表面	1
35	二元面相位最大项数。	前表面	1
36-235	多项式项的系数值。	前表面	1

另请参阅二元面 1 和二元面 2 物体。有关衍射物体的重要信息，请参阅“从 NSC 物体衍射 (Diffraction from NSC objects) ”。参考坐标是前表面的中心。

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[布尔（非序列几何物体）] (Boolean (non-sequential geometry objects))



布尔物体通过对其它物体的一系列布尔运算来定义。布尔物体可以通过其它标准形状的加、减和相交来形成非常实用的形体。例如，一个带孔的透镜可以通过一个标准透镜（参阅“标准透镜 (Standard Lens) ”）减去一个圆柱体（参阅“圆柱体 (Cylinder) ”）来定义。通过对其它物体执行连续的布尔运算可以创建许多复杂的物体。

布尔运算是通过将每个组件物体转为一个基于 NURBD 表示法的物体进行的，然后进行一系列的布尔连接和组合操作形成最后得到的物体。因此，布尔物体与导入物体有相同需要考虑的事项；有关详述，请参阅“关于导入物体的注解 (Comments about imported objects) ”。当从 OpticStudio 本来高精度的图形表示法转化为 NURBS 表示法时会有一些精度的损失；这不是 OpticStudio 的一个缺陷，而是任意面的 NURBS 表示法内在的缺陷。通常地，可以根据需要使用以下详述的样条和公差参数提高精度。当要求相当高的精度时，用户应验证布尔物体追迹的精度是否合适。

布尔物体通过 22 个参数定义和一个字符串定义所需的布尔运算：

参数#	描述	面名称	面#
1	样条可控制从 OpticStudio 格式转换为 NURBS 格式时用来将样条拟合到非球面的点数。样条值为整数代码，其 0 = 4 个点，1 = 8 个点，2 = 16 个点，3 = 32 个点，4 = 64 个点，5 = 128 个点，6 = 256 个点。样条设置越高，一些物体的精度越高，但代价是创建物体、渲染和光线追迹的速度较慢。	不适用	不适用
3	模式。模式可控制创建物体时间和光线追迹速度之间的平衡。对快速创建和较慢光线追迹使用模式 1，对适中的创建时间和适中的光线追迹使用模式 2，对慢速创建时间和快速光线追迹使用模式 3。通常在分析	不适用	不适用

	创建过程中使用模式 1，对分析追迹大量光线使用模式 3。		
4-6	X、Y、Z 体元编号。体元源于“体像元 (volume pixels) ”。体元是一个三维矩形，定义了一些由输入物体占据的全部体积的比例。体元技术允许通过预先计算物体或物体的一部分在所指定体元内快速追迹光线。进入体元空间的光线可能只与全部体元内的某些子级相交；因此只需检查这些体元，查看光线与物体是否可能相交。体元数量越大，创建时间越长，但光线追迹越快。通常需要做一些试验才能确定最佳体元数量。如果没有其它明显更好的值，则使用 5 表示三个值。	不适用	不适用
7-12	未使用。	不适用	不适用
13-22	用于定义物体 A、B 和 C 等的物体编号。请参阅下面的详述。	不适用	不适用

参数 13-22 用于定义哪些父物体将用于组合。参数 13 用于定义哪个物体是物体 A，参数 14 用于定义哪个物体是物体 B，等等。没有必要定义比布尔运算所需物体更多的物体。如果只有两个物体要组合，则只需定义物体 A 和物体 B。任何未使用的物体可以将其序号设置为零。在 NSC 编辑器中，所有已定义的物体必须在布尔物体之前。父物体不能是光源或者探测器。一旦所有的父物体被定义，布尔运算就由“注解 (Comments) ”栏中的设置的“控制字符串 (Control String) ”定义，格式如下：

object oper object [oper object]...
“object”是一个字母，例如 A、B 或 C，与所定义的物体对应。“oper”是一个单字符运算符。支持下列运算符（以 A 和 B 之间的逻辑为例）：

+ 将两个物体组合起来（逻辑 A OR B）。

- 从第一个物体减去第二个物体（逻辑 A AND NOT B）。

& 计算两个物体的交集（逻辑 A AND B）。

^ 生成一个物体的一部分，该物体属于某个物体或其他物体的一部分，但不同时属于两个物体（逻辑 A XOR B）。

$ 从第二个物体减去第一个物体（逻辑 NOT A AND B）。以下是一些示例控制字符串：

A + B
E + A - B - C
F + B & E - A

所有的运算符都按从左到右的顺序执行。没有例如圆括号等次序优先级。每个布尔运算的执行都以其运算符左边的先前运算结果为基础。注意 $ 运算符可以用于建模从第二个物体减去第一个物体。这对在从第三个物体中减去该组合很有用。例如，要创建物体 (A - B) 然后从物体 C 中减去这个组合，就可以用到“ A - B & C ”。

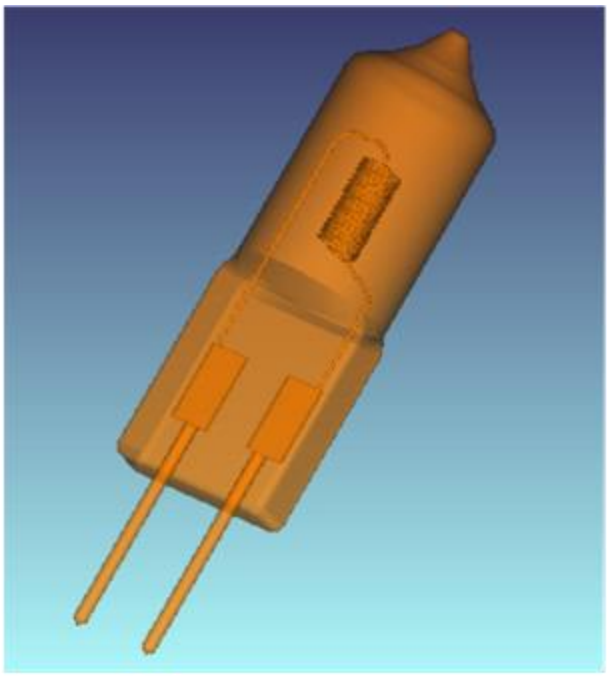
所得到的物体的局部坐标系与控制字符串中所列的第一个物体的局部坐标系相同。全局物体位置和方向按与 NSC 物体相同的方法通过物体位置和倾斜参数来设置。

如果不需要父物体，则使用父物体的“光线忽略此物体 (Rays Ignore This Object) ”和“不绘制物体 (Do Not Draw Object) ”设置（参阅“类型选项卡 (Type tab) ”和“绘制选项卡 (Draw Tab) ”）。即使不绘制父物体或不进行光线追迹，布尔物体仍然会被创建。

面编号和布尔物体的性质通过面编号和父物体的性质定义。来自父物体的所有面属性都被复制到布尔物体相应的面上。要查看任一物体的每个面，可以使用 NSC 物体指示器（参阅“NSC 物体器 (NSC Object Viewer) ”）。任何单个物体的表面总数有一个限制，有关详细信息，请参阅“物体面 (Object faces) ”。

布尔物体一个典型的优点是得到的物体仍然是由父物体参数性质定义的。改变任何一个父物体参数也将改变布尔物体。如果不需要此功能，可以将布尔物体输出为 IGES 或 STEP 文件（参阅“导出 CAD 文件 (Export CAD File) ”），然后使用 CAD 零件：STEP/IGES/SAT 物体（参阅“CAD 零件：STEP/IGES/SAT (CAD Part: STEP/IGES/SAT) ”）导入，然后即可以删除父物体。

[CAD 装配体文件：Autodesk Inventor、Creo Parametric、SolidWorks] (CAD Assembly：Autodesk Inventor、Creo Parametric、SolidWorks)



只有在 OpticStudio 旗舰版才提供此功能。

这些物体都提供了分别于 Autodesk Inventor、Creo Parametric 和 SolidWorks 中定义的装配体的动态链接。必须安装 Autodesk Inventor 2018 或更高版本才能使用 CAD 装配体文件：Autodesk Inventor 物体可以动态链接到 Autodesk Inventor 装配体文件(*.iam)。必须安装 Creo Parametric 4.0 或更高版本才能使用 CAD 装配体文件：Creo Parametric 物体可以动态链接到 Creo Parametric 装配体文件(*.asm)。必须安装 SolidWorks 2017 或更高版本才能使用 CAD 装配体文件：SolidWorks 物体可以动态链接到 SolidWorks 装配体文件(*.sldasm)。所有装配体文件与所有单个零件文件(Autodesk Inventor: *.ipt; Creo Parametric: *.prt; SolidWorks: *.sldprt)共同构成每个装配体文件，且必须将其保存在相应的文件夹（可以是用户自定义文件夹）中；请参阅“文件夹 (Folders) ”。请注意，在创建一个包含装配体设计的 Archive 文件时，不包括组成每个装配体文件的单个零件文件（参阅“备份存档文件 (Backup To Archive File) ”）。

默认情况下，装配体会被作为单个物体读取，因此只能为装配体文件中所有的零件分配单组光学性能。如果该文件之前已经在 OpticStudio 的设计中使用并且在“保存 CAD 装配体文件/零件属性 (Save CAD Assembly/Part Properties) ”选项中保存了该文件设计中的光学性能，则该文件可能已经被定义了这些光学性能。如果是这种情况，则可以从文件中读取这些属性，并可以在新设计中将这些属性分配给物体。但是，此操作不是强制的，可以根据需要将新光学性能分配给新设计的文件。从文件中读取 OpticStudio 光学性能的选项将在第一次加载文件时显示，此时用户可以决定进行适当的操作。

OpticStudio 支持将装配体文件分解回到其零件体的功能，从而允许将光学性能分配给装配体文件的各个零件体。第一次将文件加载到 OpticStudio 时，也会提供用于将装配体文件分解为单个零件的选项。如果第一次加载后没有选择此选项，之后可以通过选择非序列元件编辑器的“工具 (Tool) ”菜单下的“分

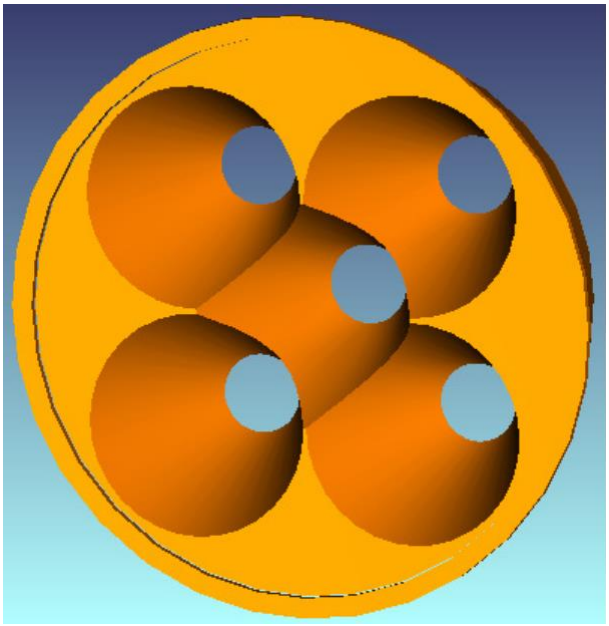
解 Autodesk Inventor 装配体文件 (Explode Autodesk Inventor Assembly) ”、“分解 Creo Parametric 装配体文件 (Explode Creo Parametric Assembly) ”或“分解 SolidWorks 装配体文件 (Explode Creo Parametric Assembly) ”进行选择（取决于所选的物体）。要激活相应的工具，必须将光标置于包含 CAD 装配体所在的行的某个位置。有关更多信息，请参阅“分解 Autodesk Inventor 装配体文件” 、“分解 Creo Parametric 装配体文件”或“分解 SolidWorks 装配体文件”。

分解装配体文件时，创建的每个零件体的格式均为 CAD 零件：STEP/IGES/SAT 物体（参阅“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”）。因此，在 OpticStudio 中不能修改装配体文件的各个零件。如果需要修改各个零件，则应使用相应的 CAD 零件物体将每个零件读入 OpticStudio 中（参阅“CAD 零件：Autodesk Inventor”、“CAD 零件：Creo Parametric”和“CAD 零件：SolidWorks”）。

与 CAD 装配体物体相关联的唯一参数是“分解？ (Explode?) ”标志（参数 1）。注意，手动修改“分解？”参数实际上不会更改物体的状态。此参数仅提供参考，让 OpticStudio 知道何时查找由相应工具提取并在编辑器中引用的分解零件体。如果未分解装配体文件，则此标志设置为 0；如果已分解装配体文件，则此标志设置为 1。在使用相应工具将此标志设置为 1 后，除了手动删除与零件体相对应的物体外，无法重新组合装配体文件。要分解尚未分解的装配体文件，请使用“分解 Autodesk Inventor 装配体文件”、“分解 Creo Parametric 装配体文件”或“分解 SolidWorks 装配体文件”中介绍的工具。

当使用 CAD 装配体文件：Creo Parametric 物体或 CAD 装配体文件：SolidWorks 物体时，在将零件加载到 OpticStudio 之前必须打开相应的应用程序，并且只要 OpticStudio 正在运行就保持其打开状态，以确保 OpticStudio 和创建程序之间的通信始终通常。相反，当使用 CAD 装配体文件：Autodesk Inventor 物体时，不一定要在将 Inventor 零件加载到 OpticStudio 之前启动 Autodesk Inventor。在此种情况下，OpticStudio 将在默认模式下自动打开 Inventor，这意味着 Inventor 应用程序将不会出现在用户显示器上，但是用户的任务管理器列表中可以看到该进程。只要 OpticStudio 正在运行就允许此进程运行，以此来确保 OpticStudio 和 Autodesk Inventor 之间的通信始终畅通。

[CAD 零件：Autodesk Inventor、Creo Parametric、SolidWorks] (CAD Part：Autodesk Inventor、Creo Parametric、SolidWorks)



这些物体都提供了分别于 Autodesk Inventor、Creo Parametric 和 SolidWorks 中定义的装配体的动态链接。必须安装 Autodesk Inventor 2018 或更高版本才能使用 CAD 装配体文件：Autodesk Inventor 物体可以动态链接到 Autodesk Inventor 装配体文件(*.iam)。必须安装 Creo Parametric 4.0 或更高版本才能使用 CAD 装配体文件：Creo Parametric 物体可以动态链接到 Creo Parametric 装配体文件(*.asm)。必须安装 SolidWorks 2017 或更高版本才能使用 CAD 装配体文件：SolidWorks 物体可以动态链接到 SolidWorks 装配体文件(*.sldasm)。所有装配体文件与所有单个零件文件(Autodesk Inventor: *.ipt; Creo Parametric: *.prt; SolidWorks: *.sldprt)共同构成每个装配体文件，且必须将其保存在相应的文件夹（可以是用户自定义文件夹）中；请参阅“文件夹 (Folders) ”。

一旦读入，此物体可能具有光学性能（如应用的膜层、玻璃材料和散射函数），然后就可以和其它任何光学组件一样追迹光线。

如果该文件之前已经在 OpticStudio 的设计中使用并且在“保存 CAD 装配体文件/零件属性 (Save CAD Assembly/Part Properties) ”选项中保存了该文件设计中的光学性能，则该文件可能已经被定义了这些光学性能。如果是这种情况，则可以从文件中读取这些属性，并可以在新设计中将这些属性分配给物体。但是，此操作不是强制的，可以根据需要将新光学性能分配给新设计的文件。从文件中读取 OpticStudio 光学性能的选项将在第一次加载文件时显示，此时用户可以决定进行适当的操作。

零件尺寸将由 OpticStudio 读入，且可以直接显示非序列元件编辑器(NSCE)的参数列中。用户可以通过从“物体属性 (Object Properties) ”对话框的“Autodesk Inventor 零件选项卡”、“Creo Parametric 零件选项卡”或“SolidWorks 零件选项卡”中选择的尺寸来确定显示在 NSCE 中的尺寸，取决于选择的零件（参阅“Autodesk Inventor 零件选项卡”、“Creo Parametric 零件选项卡”或“SolidWorks 零件选项卡”）。对于 CAD 零件：Creo Parametric 物体，为定义零件所列出的尺寸包含全局参数（即模型级）和特征级参数，即

所有用来定义零件几何分析的参数。

OpticStudio 将确定在 Autodesk Inventor、Creo Parametric 或 SolidWorks 中创建零件时使用的系统单位（以下称为“创建程序”），并且如果 OpticStudio 中的镜头单位与这些系统的单位不同时，会发出警告。然后，OpticStudio 以指定的镜头单位将输入零件缩放到正确的尺寸。然而，与该部分相关的尺寸值，例如在 NSCE 中显示的值，将不会被缩放，而是始终保持为创建程序的系统单位。要避免这些潜在的混淆和错误，只要有可能的话，我们强烈建议用户将 OpticStudio 的镜头单位与创建程序的系统单位设置一致。

由于直接从创建程序中采用尺寸名称，因此应在创建程序中完成对名称的修改。任何尺寸名称的最大限制为 50 个字符。如果超过此字符限制，OpticStudio 会发出警告，并将尺寸名称截断为 50 个字符。

第一次将零件加载到 OpticStudio 中不会显示任何尺寸。可以在 OpticStudio 中修改随后选择在 NSCE 中显示的任何尺寸（对于创建程序，通过“物体属性 (Object Properties) ”对话框中的“零件 (Part tab) ”选项卡），与修改 OpticStudio 的内置物体类似。根据需要可以使用创建程序的格式（即*.ipt、*.prt 或 *.sldprt）将修改后的零件保持到文件。可以指定保持文件的名称与原始零件相同（以此覆盖原始文件），或者设定一个新名称。

可以将与零件相关联的尺寸定义为优化变量，也可其放置在多重结构控制下，或者在进行公差分析时进行扰动或作为补偿器，就和 OpticStudio 内置物体的任何其它参数一样。此外，还可以用通常的方式来进行优化和公差分析该零件的位置和倾斜。

如何加载 CAD 零件 (How to load the CAD part)：

CAD 零件：Creo Parametric 物体：当使用 CAD 零件：Creo Parametric 物体时，必须在将零件加载到 OpticStudio 之前打开相应的应用程序，并且只要 OpticStudio 正在运行就应保存打开状态，以此确保 OpticStudio 与创建程序之间的通信始终通畅。

CAD 零件：SolidWorks 物体：当使用 CAD 零件：SolidWorks 物体时，不一定要在将 SolidWorks 零件加载到 OpticStudio 之前启动 SolidWorks 程序。如果 SolidWorks 还没有运行，OpticStudio 会自动打开 SolidWorks。当 OpticStudio 正在运行时，SolidWorks 应被允许运行，以此确保 OpticStudio 与 SolidWorks 程序之间的通信始终通畅。

在零件被加载到 OpticStudio 时，该零件不应在其它任何应用程序中打开，包括 SolidWorks。

CAD 零件：Autodesk Inventor 物体：当使用 CAD 零件：Autodesk Inventor 物体时，不一定要在将 Inventor 零件加载到 OpticStudio 之前启动 Autodesk Inventor 程序。在后一种情况下，OpticStudio 将在静默模式下自动打开 Inventor，这意味着 Inventor 应用程序将不会出现在用户显示器上，但在用户的任务管理器列表中可以看到该进程。只要 OpticStudio 正在运行就允许此程序运行，以此确保 OpticStudio 和

Autodesk Inventor 之间的通信始终通畅。

在所有情况下，必须确保 OpticStudio 和创建程序之间的通信始终通畅，以允许在 OpticStudio 中修改零件。

[CAD 零件：STEP/IGES/SAT] (CAD Part: STEP/IGES/SAT)

可以通过 IGES，SAT 或 STEP 格式导入物体。CAD 程序通常都支持这些文件格式。导入的物体也可以是 ZOF 格式（OpticStudio 的原始格式，参阅“导入物体和 ZOF 文件 (Imported objects and ZOF files) ”）。物体一旦被导入，则可能具有光学性能，如应用膜层、玻璃和散射函数，然后可以像其它任何光学组件一样光线追迹。

要导入一个物体，请将物体类型设置为“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”，然后从下拉列表中选择文件名，或者将文件名放置在注释栏中。文件必须放在<objects>\CAD Files 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”），且扩展名应为 IGS、IGES、SAT、STP、STEP 或 ZOF。在注释栏中，文件名必须包括扩展名。

以下是由 CAD 零件物体类型使用的参数。

参数#	描述	面名称	面#
1	缩放：此无量纲参数可缩放整个导入实体。导入后，OpticStudio 会自动尝试缩放导入实体的尺寸以匹配 OpticStudio 中的当前尺寸；此比例因子在转换后也适用。	不适用	不适用
2	模式:模式可控制创建时间和光线追迹速度之间的平衡。对快速创建时间和慢速光线追迹使用模式 1，对适中的创建时间和适中的光线追迹使用模式 2，对慢速创建时间和快速光线追迹使用模式 3。通常在分析设置过程中使用模式 1，对分析追迹大量光线使用模式 3。	不适用	不适用
3-5	X、Y、Z 体元编号：体元源自于“体像元 (volume pixels)”。体元是一个三维矩形，可定义导入实体所占总体积的比例。 体元技术允许通过预先计算物体或物体的一部分在所指定体元内快速追迹光线。进入体元空间的光线可能只与全部体元内的某些子级相交；因此只需检查这些体元，查看光线与物体是否可能相交。体元数量越大，创建时间越长，但光线追迹越快。通常需要做一些试验才能确定最佳体元数量。如果没有其它明显更	不适用	不适用

	优值，则使用 5 表示三个值。		
6-8	未使用。	不适用	不适用
9	分解?：此参数表示是否已将物体分解为零件体（对于表示装配体文件的物体）。注意，手动修改“分解?”参数实际不会更改物体的行为。此参数仅供参考，使得 OpticStudio 知道何时查找由相应的工具提取并在编辑器中引用的分解组成零件。如果未分解物体，则将此标记设置为 0；如果已分解物体，则将此标记设置为 1。在使用相应工具将此标记设置为 1 后，无法重新合并物体，除了手动删除与组成零件相对应的物体。要分解尚未分解的导入物体，请使用“分解 CAD 零件：STEP/IGES/SAT”中介绍的工具。	不适用	不适用

导入物体和 ZOF 文件 (Imported objects and ZOF files)

当从 IGES、STEP 或其它格式文件导入 CDA 物体时，必须将数据转换为 OpticStudio 内部物体的表示形式。此转换只需执行一次，此后可以使用转换后的文件。这将大大提高加载导入物体的速度。转换后的文件名是原始文件名，并附加扩展名 ZOF（Zemax 物体格式）。例如，如果原始导入的文件为 MyObject.IGS，则创建的 ZOF 文件将为 MyObject.IGS.ZOF。导入物体的文件名将会更改为转换后的文件名。如果原始文件需要超过 2.0 秒的读取和转换，则 OpticStudio 会自动将导入的文件转换成 ZOF 格式的文件，或者如果比例因子为 1.0。如果比例因子需要大于 1.0，则首先将比例因子设置为 1.0，然后在文件被转换成 ZOF 格式后，再将比例因子调整到期望值。此限制可以在多个 ZMX 文件使用同一种 ZOF 格式时防止 ZOF 物体发生意料之外的缩放。

我们建议保留原始的 CAD 文件，即使 OpticStudio 会使用 ZOF 文件。这允许在需要时重新生成 ZOF 文件。可以禁用此功能，请参阅“类型选项卡 (Type tab) ”中的“将导入文件转换为 ZOF (Convert Imported Files to ZOF) ”。

关于导入物体的注解 (Comments about imported objects)

使用导入物体的好处在于，在 OpticStudio 中对任何形状的实体或许都要进行光线追迹。对可以导入和

进行光线追迹的物体形状、复杂性或数量没有任何限制。可以在一个文件中导入多个物体。使用导入的物体的缺点在于，光线追迹缓慢，并且在某些情况下光线追迹的精度不高。有关导入物体的注意事项，请参阅下面的详述。存在另一种形式的导入物体方式，请参阅“用户自定义物体 (User Defined Object) ”。

导入物体的光线追迹精确性 (Ray tracing accuracy for imported objects)

使用 CAD 文件格式支持的表示形式，如 IGES、SAT 和 STEP，对所有类型的表面形状进行光线追迹并非都可以获得足够高的精确性。对于 CAD 表示的平面、球面和圆柱面，如果执行正确，则可以获得适合光线追迹的光学精度那样的极高精度。但是，更高阶的形状通常不会具有 CAD 格式的原始表示形式。例如，具有 r^16 形式多项式项的非球面可能不具有 CAD 格式的等效表示形式。CAD 程序通常使用分段样条接近此形状，即一般使用多个低阶多项式分段拟合表面。通常，使用多个三阶或四阶多项式接近表面。这对于机械设计可能足够，但对于光线追迹的光学精度却是不够的，在这种情况下必须知道类比于光波长的微小分数的表面尺寸。

当在 OpticStudio 中对高精度光学精密表面进行建模并导出为 CAD 文件，然后作为 CAD 文件导入进行后续光线追迹时，可能会出现此类问题。在导出原始 OpticStudio 非球面用 CAD 样条表示时，可能会损失零件的光学精密度。有关更多信息，请参阅“导出数据限制 (Limitations of exported data) ”。

对于非成像光学器件，CAD 表示形式的精度通常是足够的；但是，对于成像系统，必须小心验证导入的 CAD 零件是否满足精度要求。注意，OpticStudio 使用大约为 1E-12 的相对内部光学精度进行光线追迹。大部分 CAD 物体的表示形式都比这个数字要大很多倍。

导入物体的光线追迹速度 (Ray tracing speed for imported objects)

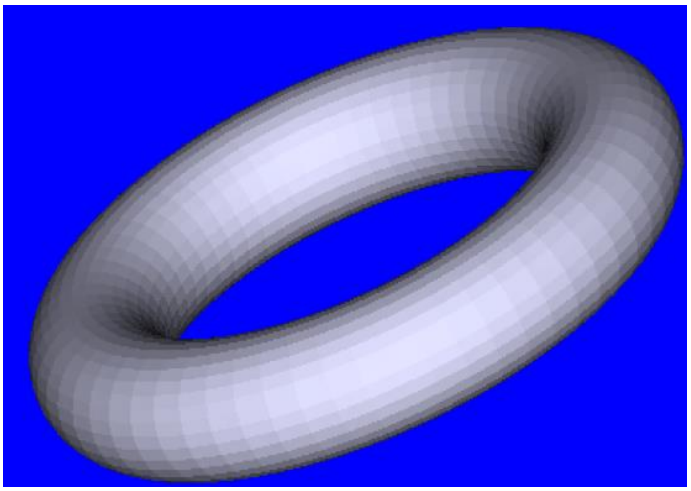
当以 CAD 格式导入简单物体时，如球面透镜，通常光线追迹的速度比导入相同形状的 OpticStudio 原始物体的速度要慢。导入物体的光线追迹速度主要取决于所导入文件中实体形状的高效表示形式。使用 OpticStudio 可以导入的 CAD 格式支持各种实体和表面实体类型，通过数量几乎为无限的方法来表示相同的物体。例如，一个物体的高效表示形式只能用少量样条面；而物体的低效表示形式却可以 使用数百个较小的样条面。从机械建模角度来说，尽管两种表示形式均有效，且生成的实体相同，但是具有大量样条面的表示形式将会大大降低光线追迹的速度。唯一的补救方法是返回到 CAD 文件的源格式，看是否可以生成更高效的表示形式。

导入物体的限制 (Limitations on imported objects)

并非所有可能的有效 CAD 格式文件都可以导入，因为 OpticStudio 只能导入实体。不允许导入直线或表面。必须将壳转换为薄实体，然后才能导入 OpticStudio 中。实体必须通过使用连续的外表面简单闭合，没有孔或缝隙。不允许有内表面或面。包含多个实体相交或叠加的实体无法进行光线追迹。不允许多

个实体接触。可以将包含无法导入的有效实体文件发送给技术支持人员进行检查，但是不保证 OpticStudio 可以兼容所有可能的 CAD 格式实体类型和文件。

[CAD 零件：STL] (CAD Part: STL)



STL 物体是常规的用户自定义物体。它可以用来定义开放的多边形表面或闭合的多边形实体，如棱镜或其他实体。STL 物体格式基于 3D 三角形的集合。此格式被机械领域 CAD 程序广泛支持。同时支持 STL 文件格式的文本和二进制变体。有关详细信息，请参阅下面的“定义 STL 物体 (Defining STL objects) ”部分。另请参阅“用户自定义物体 (User Defined Object) ”、“多边形物体 (Polygon Object) ”和“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”。

顶点和多面体的总数没有固定的极值。

在 STL 物体类型的“注释 (comments) ”栏中引用 STL 文件名。例如，如果 STL 文件 myobject.STL 位于 <objects>\CAD Files 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”），则必须在 NSC 编辑器的 STL 物体类型的注释栏中指定”myobject.STL”。

构成物体的多面体可以在相对于参考坐标的任何位置放置，该参考坐标是局部坐标(0,0,0)。一些程序 STL 导出的实现只允许将物体放置在所有顶点均为正的坐标中。OpticStudio 则无需这样做，并且可以将三角形顶点放置在 3D 空间的任何位置。

支持将 STL 物体用作探测器，请参阅“物体为探测器 (Object as detectors) ”。当将 STL 物体用作探测器时，如果选中“快速光线追迹 (Fast Ray Trace) ”（参阅“类型选项卡 (Type tab) ”），则 OpticStudio 将会更改在 STL 文件中定义的三角面的顺序以加快光线追迹。如果取消选中“快速光线追迹”，则不修改三角面的顺序，这会降低光线追迹速度，但会保留在 STL 文件中定义的三角面的原始顺序。

STL 物体需要定义两个参数:

参数#	描述	面名称	面#
1	缩放因子。STL 文件中的所有顶点乘以此参数。	不适用	不适用
2	用于表示 STL 文件是定义实体还是表面的标志。如果“是实体？ (Is Volume?) ”参数为零，则 OpticStudio 假设 STL 文件定义开放表面。光线必须从此类表面反射或吸收；不允许折射。如果“是实体?”参数为非零，则 OpticStudio 假设 STL 文件定义闭合体。此实体可以反射、折射或吸收光线。	不适用	不适用

面编号：所有表面为面 0。

定义 STL 物体 (Defining STL Objects)

STL 格式被机械 CAD 程序广泛支持，可用来描述任何物体。可以对物体进行作为三角面集合的建模，并且将三角面的全局顶点写到文件中。STL 格式适用于鳞甲面物体，而对于平滑的弯曲物体（如透镜），STL 只能建立对于非成像系统可以接受的精度的近似。

STL 文件还有二进制和文本格式：OpticStudio 支持这两种格式。

要使用 STL 物体，选择物体类型为“STL 物体 (STL Object) ”，然后在 STL 物体的注释栏中输入文件名（不包含 STL 扩展名）。STL 文件必须放在<objects>\CAD Files 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。

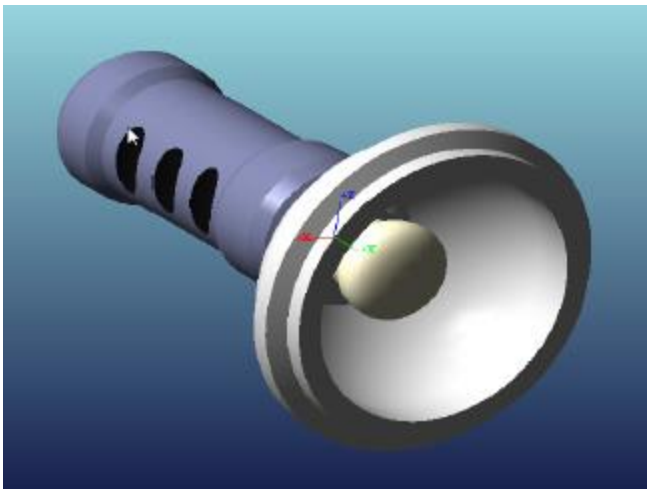
STL 物体中三角面的最大数量

对于 STL 物体可以包含的三角面数量没有固定的上限。极限值由计算机提供的真实或虚拟 RAM 的总量决定。每个三角面需要占用约 100 字节内存。但是，OpticStudio 通常会同时保留镜头数据的多个副本，所以最好的方法是 OpticStudio 需要为每个三角面保留 500 字节的 RAM。一个 2000 个三角面的物体需要大约 1Mb 的可用 RAM。一个更实际的限制是计算机的计算速度；如果三角面的数量非常大，则 OpticStudio 的运算速度会明显减慢。

STL 文件示例 (Example STL files)

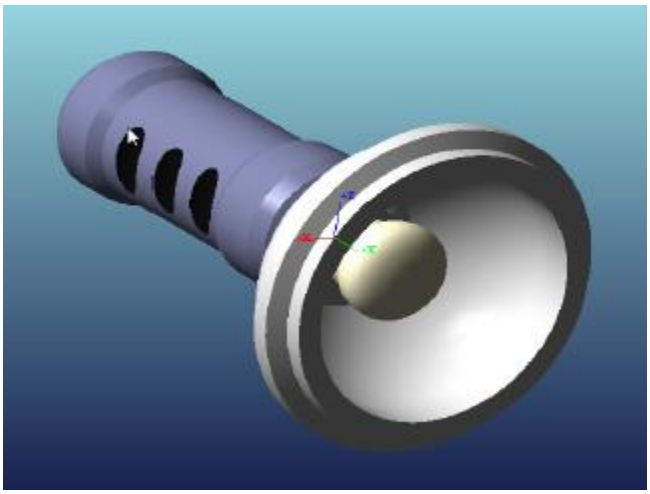
<objects>\CAD Files 文件夹中包含多个 STL 文件示例（参阅“文件夹 (Folders) ”）。

[导出到 3D 打印机] (Exporting to 3D Printers)



STL（立体平板印刷语言）对于向 3D 打印制造商发送 OpticStudio 设计非常有用。有些制造商还可以接受 STEP 导出文件。

[CAD 零件：OpticStudio 零件设计] (CAD Part: OpticStudio Part Designer)



此功能只有 OpticStudio 旗舰版才提供。

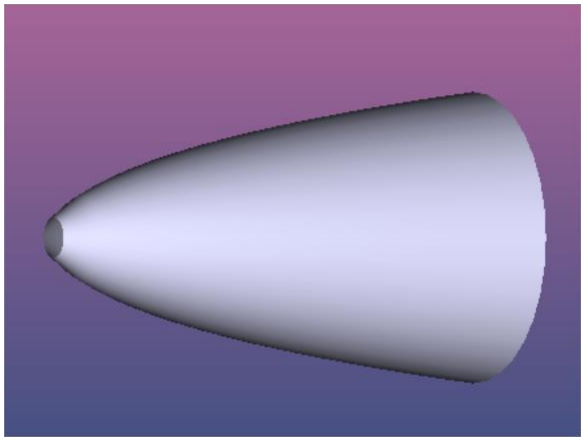
零件设计物体 (Part Designer Object) 是使用 OpticStudio 零件设计创建的实体。使用“零件设计”可以创建各种复杂参数的零件。“零件设计”物体的唯一参数类型是该零件显示的参数。

在使用“零件设计”之前，请在“零件设计”中加载文件以确保没有错误。为了最大化物体性能，在编辑器中使用该部分时只执行有限的错误检查。

请注意，对于显示的草图点，可将任何切点转换为与曲线点的偏移量。有关“零件设计”的完整说明，

请参阅“零件设计”的程序文档。

[复合抛物面聚光镜 (CPC)] (Compound Parabolic Concentrator)



CPC 由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	Z = 0 时的径向孔径 a。	侧面	0
2	最大接收角 θ，以度为单位。	侧面	0
3	沿局部 Z 轴的长度 L。	侧面	0
4-5	未使用。	不适用	不适用
6	“是实体?”标志。	侧面	0
7	体折射率。	侧面	0

CPC 物体用于将光线从物体的一端汇聚、传送到另一端。其中只有那些与局部 Z 轴夹角小于接受角的光线可以通过 CPC；其余光线将被反射回来。此类型的 CPC 是“基本 CPC (Basic CPC) ”，在 W. T. Welford 和 R Winston 合著的“High Collection Nonimaging Optics” Academic Press 出版（1989 年）中进行了详细介绍。

如果“是实体？ (Is Volume?) ”标志为零，那么物体为空心壳。否则，物体是一个闭合的实体。如果 CPC 是闭合实体，则它是由折射材料制成。该材料的参考折射率可以在参数 7 中输入。

此折射率称为“体折射率 (Volume Index) ”，用于重新调整接收角度（通过斯涅尔定律），CPC 材料需要考虑在内。

折射接收角的计算公式是：

$$\theta_R = \arcsin(\frac{sin\theta_A}{n_v})$$

其中θ_A是接收角，n_v是体折射率。

该折射接收角将用于确定 CPC 形状和最大长度。这意味着体折射率可控制 CPC 的形状。

体折射率不能自动拾取 CPC 所使用材料的折射率。光线的折射率是由材料的折射率决定的。大多数情况下，用户需要选择一个波长，并确定 CPC 材料在该波长下的折射率。可以将该折射率作为 CPC 的“体折射率”进行输入。CPC 的形状和接受角将会与其建模使用的材料相匹配。

CPC 物体长度的最大值由以下公式给出：

$$\mathrm{L} = \frac{a(1+sin\theta)}{tan\theta sin\theta}$$

过长的长度将被截取为该最大值。CPC 上的径向坐标点以轴向 z 坐标为函数，由以下二次方程的正实根给出：

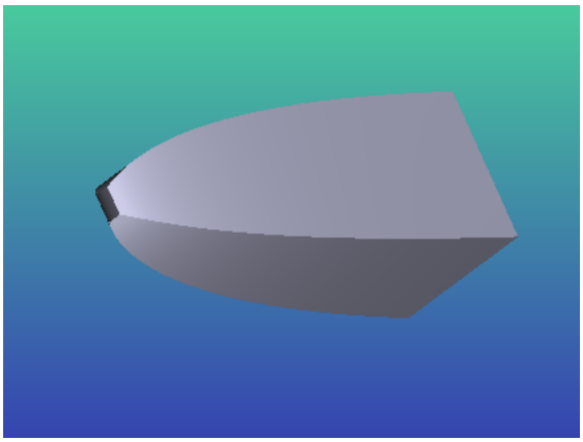
$$C^2r^2 + 2(CSz + aP^2)r + (z^2S^2 - 2aCQz - a^2PT) = 0$$

其中

$C = cos\theta, S = sin\theta, P = 1 + S, Q = 1 + P$,以及$T = 1 + Q$

接收角范围必须在 0.0 至 89.0 度之间，包含 0.0 度和 89.0 度。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，外侧面为面 0。

[CPC 矩形 (CPC rectangle)



此物体与 CPC（参阅“复合抛物面聚光镜((Compound Parabolic Concentrator) CPC) ”）类似，但其是矩形对称而不是径向对称。有关定义 CPC 方程的详细信息，请参阅该物体的描述。

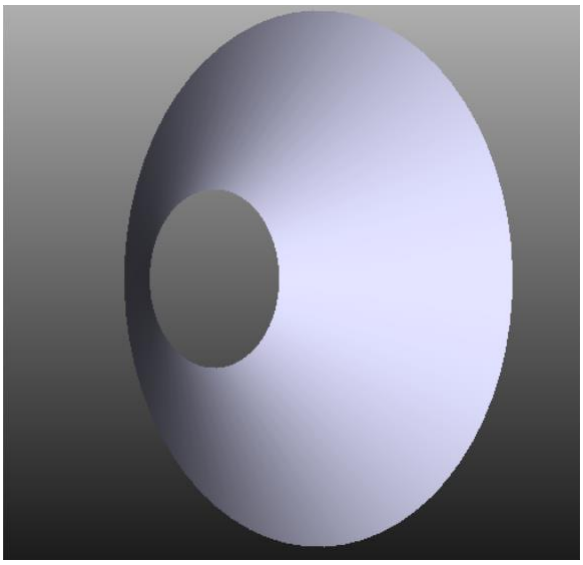
CPC 矩形由以下参数定义；

参数#	描述	面名称	面#
1	z = 0 处 x 方向的半孔径。	侧面	0
2	最大的 x 方向接收角，以度为单位。	侧面	0
3	z = 0 处 y 方向的半孔径。	侧面	0
4	最大的 y 方向接收角，以度为单位。	侧面	0
5	沿局部 Z 轴的长度。	侧面	0
6	“是实体?”标志。	侧面	0
7	体折射率。	侧面	0

接收角范围在 0.0 至 89.0 度之间，包含 0.0 度和 89.0 度。

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，外侧面为面 0。

[圆锥体] (Cone)



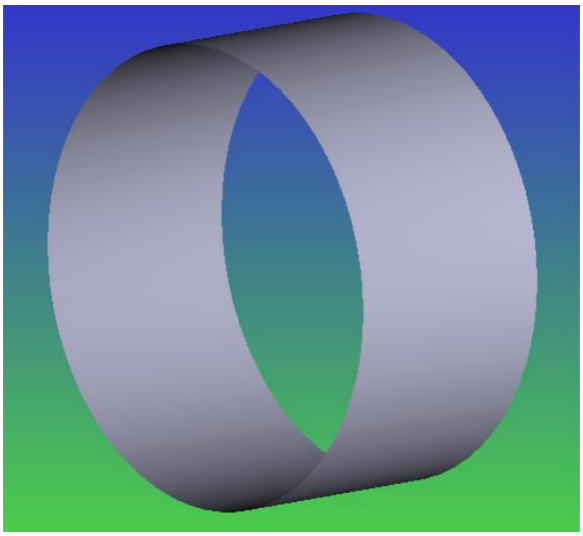
圆锥体由以下 4 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	第一个点的 z 坐标。	所有面	0
2	第一个点的径向坐标。	所有面	0
3	第二个点的 z 坐标。	所有面	0
4	第二个点的径向坐标。	所有面	0

以上点所定义的线段绕 z 轴旋转，从而形成圆锥体的一部分。此物体可用于定义环形或圆形外形（如果两个 z 坐标相等的话）或圆柱面（如果两个 r 坐标相等的话）。在这个意义上，圆锥体对于环面或柱面管型物体而言是多余的。圆锥体物体可以是创建菲涅尔透镜的原型。

参考坐标系位于局部 (0,0,0) 点，用于定义圆锥体的点可以放在相对于参考点的任意位置。面编号：所有面为面 0。

[圆柱管] (Cylinder Pipe)



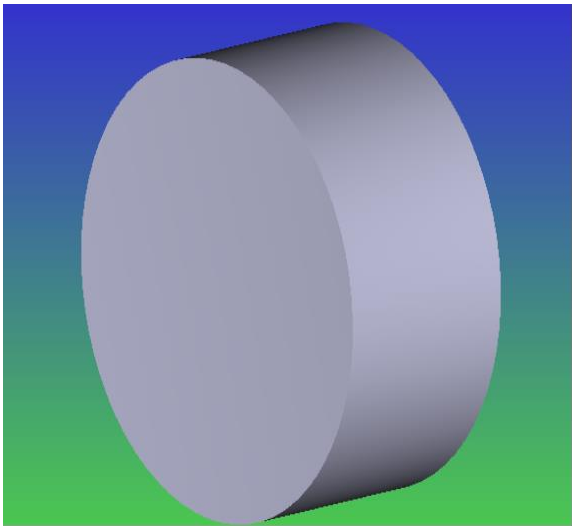
圆柱管是由 3 个参数定义的旋转对称表面：

参数#	描述	面名称	面#
1	前面环形孔径半径。	所有面	0
2	圆柱体沿局部 Z 轴的长度。	所有面	0
3	后面环形孔径半径。	所有面	0

此物体通常用于定义反光管。参考坐标是前孔径中心。

面编号：所有面为面 0

[圆柱体] (Cylinder Volume)



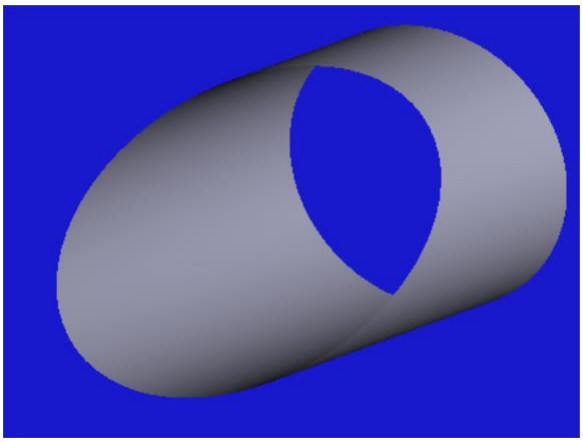
圆柱体是由以下 3 个参数定义的旋转对称体：

参数#	描述	面名称	面#
1	前面环形孔径半径。	前面	1
2	圆柱体沿局部 Z 轴的长度。	侧面	0
3	后面环形孔径半径。	后面	2

此物体与圆柱管很相似，除了包括前后表面以形成一个封闭的实体。由于此物体是一个闭合的实体，可以反射、折射或吸收光线。

参考坐标在前孔径的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[圆柱管 2] (Cylinder 2 Pipe)

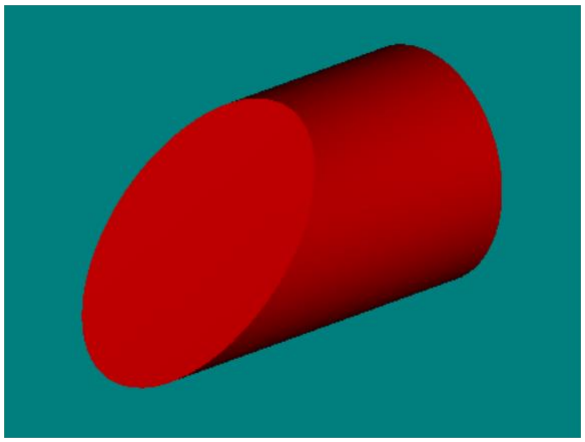


圆柱管 2 是由 4 个参数定义的旋转对称表面：

参数#	描述	面名称	面#
1	圆柱面的半径。	所有面	0
2	圆柱面沿局部 Z 轴的长度。	所有面	0
3	前表面沿 y 方向的倾角，以度为单位。	所有面	0
4	后表面沿 y 方向的倾角，以度为单位。	所有面	0
5	前表面沿 x 方向的倾角，以度为单位。	所有面	0
6	后表面沿 x 方向的倾角，以度为单位。	所有面	0

参考坐标是前表面的中心。面编号：所有面为面 0。

[圆柱体 2] (Cylinder 2 Volume)

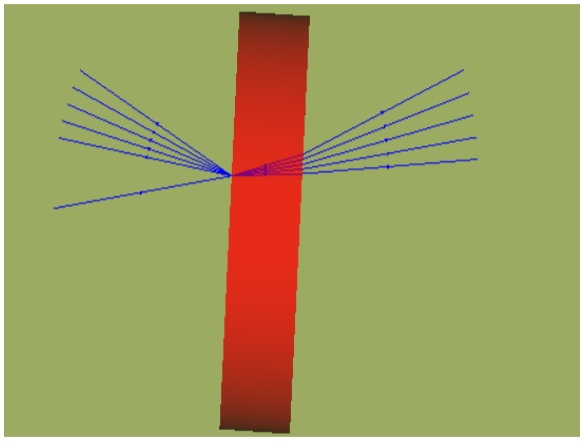


圆柱体 2 是由以下参数定义的旋转对称体:

参数#	描述	面名称	面#
1	圆柱体的半径。	不适用	不适用
2	圆柱体沿局部 Z 轴的长度。	侧面	0
3	前表面沿 y 方向的倾角，以度为单位。	前面	1
4	后表面沿 y 方向的倾角，以度为单位。	后面	2
5	前表面沿 x 方向的倾角，以度为单位。	前面	1
6	后表面沿 x 方向的倾角，以度为单位。	后面	2

此物体与圆柱管 2 很相似，除了包含前后表面以形成一个封闭的实体以外。因为物体是一个封闭的实体，可以反射、折射或吸收光线。参考坐标是前孔径的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[衍射光栅（非序列几何物体）] (Diffraction Grating (non-sequential geometry objects))



衍射光栅是在其中一个表面带有衍射光栅的标准透镜。对于矩形衍射光栅，请参阅“透镜阵列 1 (Lenslet Array 1) ”。

参数 1-9 与“标准透镜 (Standard Lens) ”物体定义相同：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用 0 表示无限（平面）。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	前表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前表面	1
4	透镜前侧边缘的径向孔径。	前表面	1
5	透镜的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用 0 表示无限（平面）。	后表面	2
7	后表面的圆锥系数。	后表面	2
8	后表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后表面	2
9	透镜后侧边缘的径向孔径。	后表面	2

衍射光栅由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
10	前表面的光栅频率（以行/微米为单位）。请参阅下面的参数 12。	前表面	1
11	前表面的衍射级次。	前表面	1

12	光栅公式。如果此公式值为零，光栅是具有参数 10 定义的光栅频率的常量间距线性光栅。如果此公式值为“1”，则光栅频率（以行/微米为单位）由后述公式定义。	前表面	1
13-16	光栅频率计算公式的系数。这些系数只有在当公式值 = 1 时才可用。	前表面	1

如果光栅公式值为“1”，则光栅频率（以行/微米为单位）由以下公式定义：

$$t = t_0 + t_1 y + t_2 y^2 + t_3 y^3 + t_4 y^4$$

其中，t_0由参数 10 定义，其它参数由参数 13-16 定义。

假设光线由平行于局部 x 轴的等间隔光栅组成。光栅频率是由表面上沿 y 方向每微米的线数；向下投影到表面。

如果衍射前表面为超半球面，则此物体不能正确地衍射光线。有关衍射物体的重要信息，请参阅“从 NSC 物体衍射 (Diffraction from NSC objects) ”。

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它面为面 0。

[双增亮膜 DBEF 面] (Dual BEF Surface)

双增亮膜 (Dual Brightness Enhancement Film (BEF)) 面是一种理想的表面，它可以根据光线的偏振状态反射和透射不同振幅的光线。此表面始终是一个矩形平面，而且不具有任何材料、膜层或散射函数。可以在各向同性的均匀介质中嵌套该表面。如果光线分裂或偏振关闭，则该表面不会产生任何光学效应。否则，可以将任何入射光线分裂成透射光线和反射光线。透射和反射强度系数由参数 3-6 定义，并且具有不同的 X 和 Y 偏振光，其中 X 和 Y 方向在表面坐标系中定义。X 偏振光的透射率和反射率不能超过 1，并且相同限制也使用与 Y 偏振光。

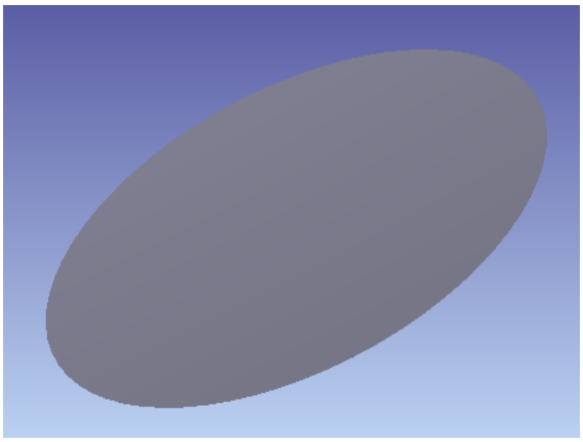
请注意，反射和透射电场均必须与其光线矢量保持正交，因此对于某些入射角、偏振状态、系数值的组合，以及透射和/或反射光线能量可能不会守恒。如果透射能量或反射能量大于入射能量，OpticStudio 会调整入射强度的能量大小。在极少数情况下，透射和反射能量的总和可能不会遵循能量守恒定律。此物体由以下 6 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 半宽。	所有面	0
2	Y 半宽。	所有面	0

3	X 方向反射	所有面	0
4	Y 方向反射	所有面	0
5	X 方向透射	所有面	0
6	Y 方向透射	所有面	0

面编号：所有面为面 0。

[椭圆] (Ellipse)



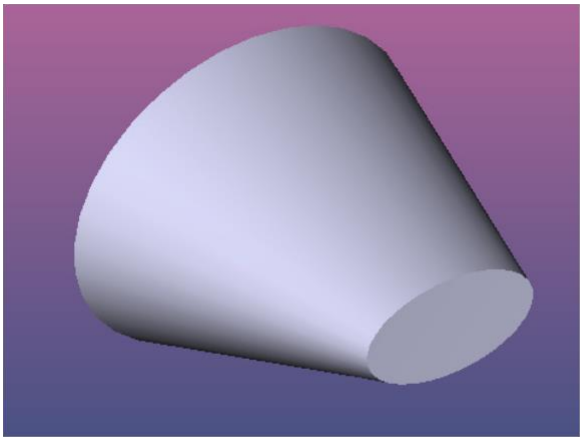
椭圆是由以下 2 个参数定义的椭圆形平面：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 方向最大半宽。	所有面	0
2	Y 方向最大半宽。	所有面	0

整个椭圆均位于局部 XY 平面内。此物体可以看成大多数普通环面的特殊情况。参考坐标在椭圆的中心。

面编号：所有面为面 0。

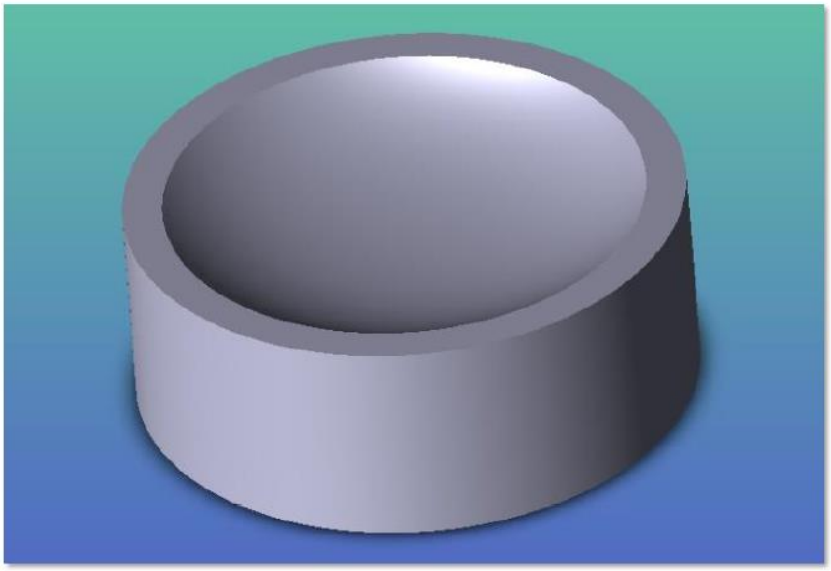
[椭圆体] (Elliptical Volume)



椭圆体是具有以下参数定义的椭圆形截面的锥形体或表面:

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的 x 半宽。	前表面	1
2	前表面的 y 半宽。	前表面	1
3	后表面的 x 半宽。	后表面	2
4	后表面的 y 半宽。	后表面	2
5	圆柱体沿局部 Z 轴的长度。	侧面	0
6-7	未使用。	不适用	不适用
8	“是实体?”标记。用 1 表示成为封闭的实体，用 0 表示成为壳。如果使用 0，则半宽参数与父物体相关联，而不是面 1 和 2。	不适用	不适用

[偶次非球面] (Even Asphere Lens)



偶次非球面透镜物体由 5 个独立部分构成;

1) 偶次非球面形状的前表面。
2) 偶次非球面形状的后表面。
3) 前表面净口径与表面边缘之间的环形。
4) 后表面净口径与表面边缘之间的环形。
5) 连接透镜前后表面边缘的锥形圆柱面。

偶次非球面形状由以下公式定义:

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

与偶次非球面表面有相同的矢高表达式。

所有的物体外形由以下 27 个参数定义:

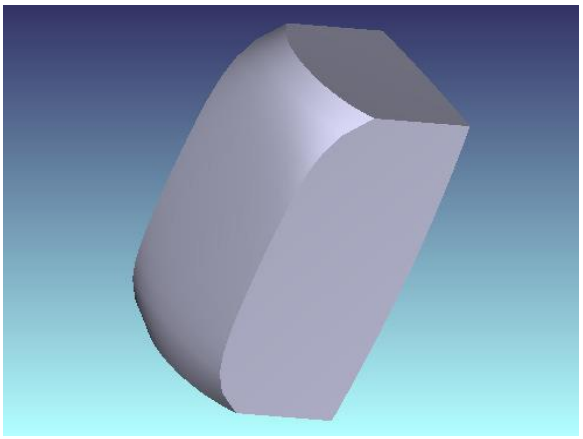
参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的净孔径的净口径。	前表面	1
2	透镜的中心厚度。	不适用	不适用
3-4	未使用。	侧面	0
5	前表面曲率半径。	前表面	1
6	前表面圆锥系数 K。	前表面	1
7-14	前表面系数 α1 – α8 。	前表面	1

15	后表面曲率半径。	后表面	2
16	后表面圆锥系数 K。	后表面	2
17-24	后表面系数 α1 – α8 。	后表面	2
25	透镜前侧边缘的径向孔径。	侧面	0
26	后表面的净孔径的净口径。	后表面	2
27	透镜后侧边缘的径向孔径	侧面	0

参考坐标为前表面的中心。

面编号:
面 1 = 前表面，面 2 = 后表面，面 0 = 其它所有表面（透镜边缘，净口径与边缘孔径之间的区域）。

[扩展奇次非球面透镜] (Extended Odd Asphere Lens)



扩展奇次非球面形状由以下方程定义:

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \rho^i$$

其中，N 为序列中多项式系数的项数，α_i为第 i 个扩展多项式的系数。由于使用归一化径向坐标ρ，系数α_i都是以镜头单位表示。每个表面多项式的最大阶数为 118。

扩展奇次非球面透镜物体由两个此类表面并间隔一定厚度构成。物体形状由以下参数定义:

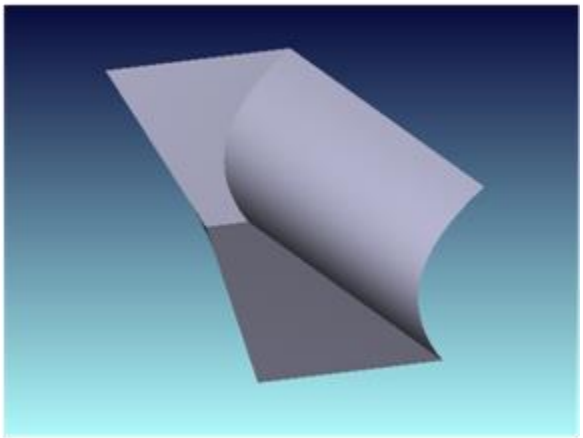
参数#	描述	面名称	面#

1	透镜物体的径向高度，以镜头单位表示。如果透镜是矩形或椭圆形，则使用此值作为 y 方向半高。	不适用	不适用
2	x 半宽，以镜头单位表示。如果此参数为零，则透镜的外边界是圆形，并且径向尺寸等于径向高度。如果此参数为正，则透镜的外边界是矩形。如果此参数为负，则透镜的外边界是椭圆形。	不适用	不适用
3	透镜的中心厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
4	前表面的曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	前表面	1
5	前表面的圆锥系数 k。	前表面	1
6	前表面归一化半径。	前表面	1
7	前表面的扩展多项式项数。	前表面	1
8	后表面的曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	后表面	2
9	后表面的圆锥系数 k。	后表面	2
10	后表面归一化半径。	后表面	2
11	后表面的扩展多项式项数。	后表面	2
12 - 129	前表面多项式系数（最多 118 项）	前表面	1
130-247	后表面多项式系数（最多 118 项）	后表面	2

参考坐标在前表面的中心。

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[扩展多项式透镜] (Extended Plynomial Lens)



扩展多项式表面形状由以下公式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x,y)$$

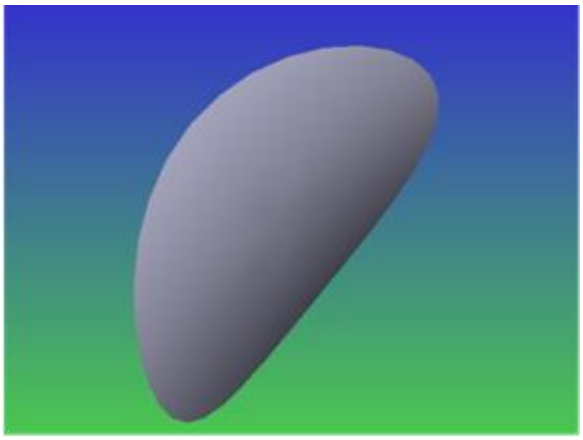
其中 N 为序列中多项式系数的项数，A_i为第 i 个扩展多项式的系数。多项式为 x 和 y 的幂级数。第一项为 x，然后是 y，接着是 x*x，x*y，y*y 等。有 2 个 1 阶项，3 个 2 阶项，4 个 3 阶项，以此类推。最高阶为 20，由此可创建最多 230 个多项式非球面系数。位置值 x 和 y 除以归一化半径得到多项式系数是无量纲的。

扩展多项式透镜由两个此类表面并间隔一定厚度组成。整个物体形状由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	透镜物体的径向高度，以镜头单位表示。如果透镜是矩形，则使用此值作为 y 方向半高。	不适用	不适用
2	透镜物体的 x 半宽，以镜头单位表示。如果值为零，则透镜是圆形，否则透镜是矩形。	不适用	不适用
3	透镜的中心厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
4-5	未使用。	不适用	不适用
6	前表面的曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	前表面	1
7	前表面的圆锥系数 k。	前表面	1
8	前表面归一化半径。	前表面	1
9	前表面的扩展多项式项数。	前表面	1
10	后表面的曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	后表面	2
11	后表面的圆锥系数 k。	后表面	2
12	后表面归一化半径。	后表面	2
13	后表面的扩展多项式项数。	后表面	2
14-247	前后表面的多项式系数（总共最多 234 项）。后面的系数在前面的最后一个系数之后开始。	前面和后面	1 和 2

参考坐标在前表面的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[扩展多项式面] (Extended Polynomial Surface)

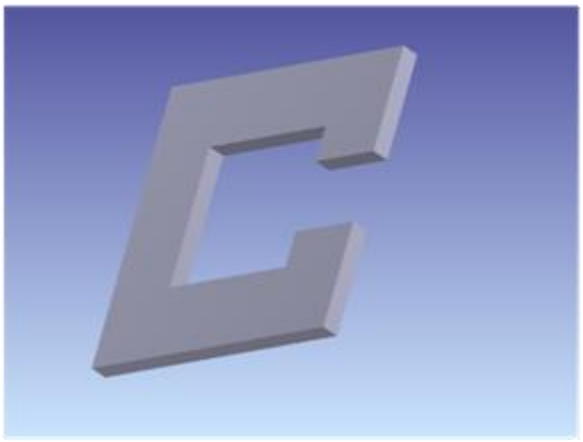


此物体与扩展多项式透镜非常相似。此物体是只有一组扩展非球面系数的薄壳表面，而不是一个实体。此物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	表面的径向高度。此物体支持用户自定义孔径形状，请参阅“用户自定义孔径 (User defined apertures) ”。	所有面	0
2	曲率半径。	所有面	0
3	圆锥系数 k。	所有面	0
4-5	未使用。	不适用	不适用
6	归一化半径。	所有面	0
7	扩展多项式项数（最多 242 项）	所有面	0
8-249	扩展多项式系数。	所有面	0

参考坐标在表面的中心。面编号：所有表面为面 0。

[挤压物体] (Extruded)



挤压物体是用户自定义的孔径被挤压形成一个实体。任何一个用户自定义孔径文件都可以用于创建挤压物体。有关用户自定义孔径的信息，请参阅“用户自定义孔径和遮光 (User defined apertures and obscurations) ”。

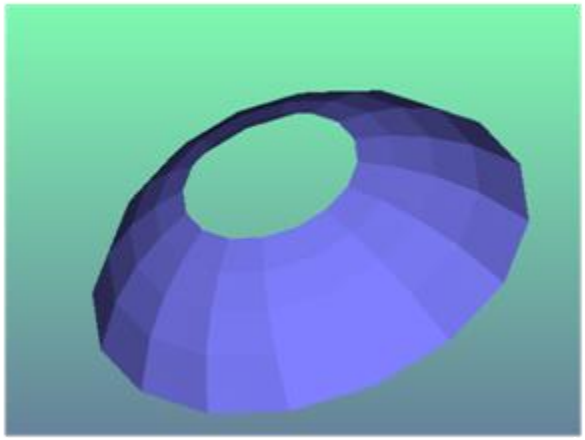
挤压是沿 Z 轴的，并且物体的前后表面可以单独和变形地缩放。后表面也可以相对前表面进行偏心。

将用户自定义孔径文件名称放置在注释栏中。使用以下附加参数:

参数#	描述	面名称	面#
1	前后表面之间沿 Z 轴的长度。	侧面	0
2	前表面的 X 方向缩放因子。	前表面	1
3	前表面的 Y 方向缩放因子。	前表面	1
4	后表面的 X 方向缩放因子。	后表面	2
5	后表面的 Y 方向缩放因子。	后表面	2
6	后表面的 X 方向偏心。	后表面	2
7	后表面的 Y 方向偏心。	后表面	2

参考坐标是前表面的原点。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，其它所有表面为面 0。

[鳞甲面] (Faceted Surface)



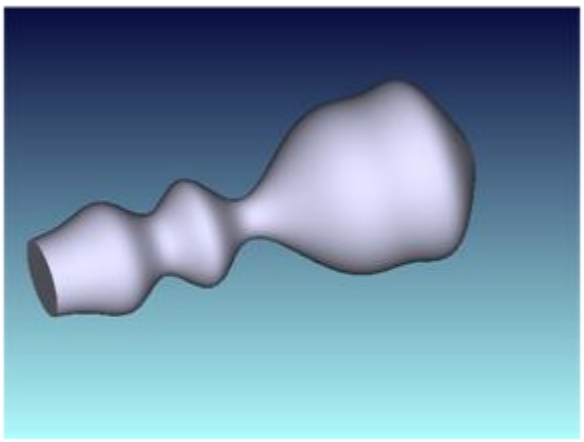
鳞甲面是形成多边形平面的标准面形状。使用以下附加参数:

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。	所有面	0
2	圆锥系数。	所有面	0
3	形状；用 0 表示环形，用 1 表示椭圆形，用 2 表示矩形，用 3 表示 Toroidal。	所有面	0
4-5	对于形状 0，这些参数都是最小和最大径向孔径；否则，全部都为 X/Y 半宽。	所有面	0
6-7	用于将表面形成多边形的面元数量。	所有面	0

面元数量用来定义将表面形成多边形的面元的数量。

参考坐标在前表面的原点。所有面为面 0。

[自由曲面 Z] (Freeform Z)



一个自由曲面 Z 物体是通过在 YZ 平面上绘制一系列的点而形成的一条三次样条，然后将此曲线绕 Z 轴旋转从而形成一个实体或薄壳。自由曲面 Z 物体由两个参数和一个用户所选择的点的数量定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	定义点的数量。这是用于定义 YZ 平面上曲线的坐标对的数量。最小数为 5，最大数为 124。	不适用	不适用
2	用于表示得到的物体是实体还是空壳的标记。如果“是实体？”参数为零，则 OpticStudio 假设形状为空壳。在这种情况下，不添加任何“端帽”标记。如果物体为实体，则添加“端帽”标记（如果第一个或最后一个点的 y 坐标为零，则可能会关闭实体）。	不适用	不适用
3-250	成对的 YZ 曲线的坐标值。	不适用	不适用

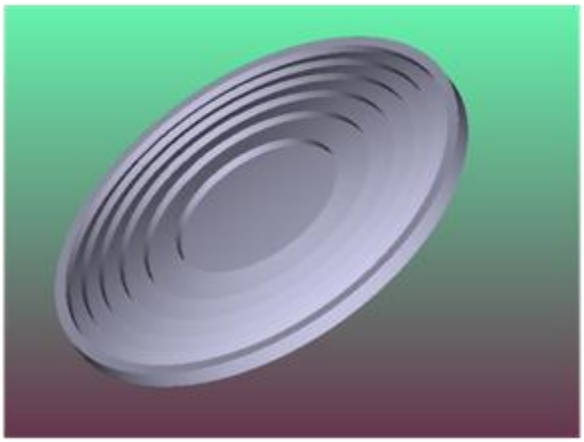
第一个点的 Z 坐标必须是零，不允许有 Z 值小于或等于先前点的 Z 值。当创建一条曲线时，应始终采用 Y 值的绝对值。

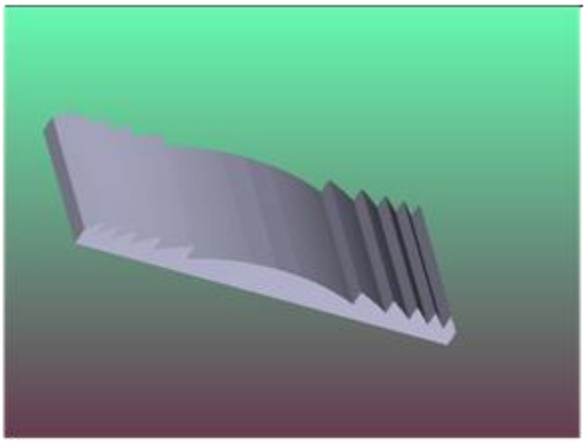
定义了一个特殊的优化操作数来给自由曲面 Z 物体的形状提供边界约束，请参阅“FREZ”了解更多信息。

使用此工具可以大大简化在样条曲线中插入和删除点，请参阅非序列元件编辑器工具栏（Non-Sequential Component Editor toolbar）的“自由曲面 Z 工具（Freeform Z Tools）”。

参考点为透镜前表面的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[菲涅尔 1] (Fresnel 1)





该物体是普通的径向对称或柱面立体菲涅尔透镜，通过模拟菲涅尔面的详细外形而形成。理想的菲涅尔透镜（即忽略菲涅尔面结构上的细节，这样可以提高光线追迹的速度），请参阅菲涅尔 2 物体。

物体的基底是平盘状（如果径向）或矩形（如果柱面对称）。基底的一个表面包含了径向或矩形面，以此定义产生了带有光焦度的菲涅尔剖面。剖面由径向平面（如果使用了亚面元，即指一系列平面）的端点由以下与偶次非球面相似的表达式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

然而，为了生成菲涅尔透镜，每个面都必须沿 z 轴进行刚好足够的偏移，使得所有的面都由对于中心顶点的相同的 Z 坐标。这样使得透镜“塌陷”为一个相对小的几何体。OpticStudio 使用以下 16 个参数自动生成菲涅尔面：

参数#	描述	面名称	面#

1	径向高度。这是透镜的最大径向孔径（如果径向对称），或者为 y 半高（如果柱面对称）。	不适用	不适用
2	X 半宽。这是透镜的半宽（如果柱面对称）。如果此参数为零，则生成旋转对称透镜。	不适用	不适用
3	+深度/-频率。如果此参数为正，则它对应于每个刻线的深度，以镜头单位表示。如果此参数为负，则它对应于刻线的频率。例如，值为 -2.0，表示沿透镜径向的单位长度上有 2 条刻线。如果定义刻线深度，则刻线的径向位置通常会发生变化；如果定义刻线频率，则刻线深度将会有所不同。对于定义刻线深度的这种情况 OpticStudio 自动计算指定刻线深度改变的矢高的精确径向坐标。此计算可以使用迭代来完成。	前表面	1
4	齿距（度）。齿距是“非活动”面（这些面名义上与局部 z 轴平行）与 z 轴所成的角度。齿距始终径向向外，无论齿距角是正还是负。通常，在菲涅尔模型中加入一定的倾斜度，从而使得建模零件更容易实现。	前表面	1
5	厚度。以镜头单位表示的菲涅尔透镜厚度。此值可以为正或负；但是，必须使得透镜厚度的绝对值大于最深的刻线深度；否则，会生成非实体的菲涅尔面，而且不会发出警告或错误信息。	侧面	0
6	半径。曲率的基本半径。这是 1 与上述表达式中的“c”值的比值。	前表面	1
7	圆锥系数。这是上述表达式中的“k”值。	前表面	1
8-15	R 的径向偶次幂项的系数。注意，当 r 没有归一化时，它是具有单位的。	前表面	1
16	亚面元的数量。该值越大，刻线形成的近似曲面就越光滑。亚面元数为 1 时，可产生水平刻线，该值越大，产生的曲面就越平滑，但会降低光线追迹速度。亚面元的最大数为 20。	前表面	1

由于物体是封闭是几何体，因此可以反射、折射或吸收。

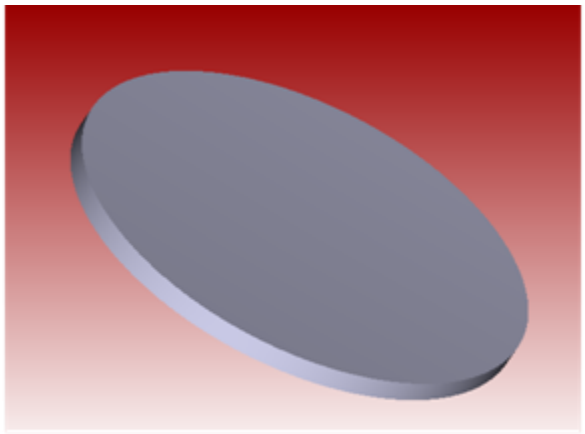
参考坐标位于透镜具有菲涅尔面的那一侧的中心顶点。如果半径或非球面项产生了负矢高值，则必须将菲涅尔面平移以保证整个物体位于非序列组内部。如果输入口在透镜内部，则会产生不正确的光线追迹结果。

请注意，当使用深度参数生成每个刻线时，在刻线结束后，将最终齿距返回到参考平面，从而使得满

足所需的深度要求。当使用频率参数时，齿距会在刻线的所需点开始，使得刻线总宽度与所需频率相匹配。此外，在最外侧刻线中不适用齿距。换句话说，在菲涅尔透镜的外边缘不会有“非活动”面。

面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[菲涅尔 2] (Fresnel 2)



此物体为理想菲涅尔透镜。与菲涅尔物体 1 不同，该透镜中，把菲涅尔面元近似为无限小，并且为了计算光线与物体的交点，可以将其忽略掉。与序列光线追迹中的理想菲涅尔表面不一样（参阅“菲涅尔 (Fresnel) ”），此物体不会增加或减去任何光线的相位。

该物体的基底形状为平盘状或矩形。基底的前表面为球面或者柱面菲涅尔透镜。其径向剖面由与偶次非球面具有相同的矢高表达式：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

如果菲涅尔面为柱面，则剖面只与 y 坐标有关，具有上述类似的偶次多项式：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

菲涅尔透镜可以定义成径向状或柱状，而与基底的形状无关。如果需要，可以在矩形基底定义径向状菲涅尔面或在径向状基底上定义柱状菲涅尔面。

菲涅尔面 2 物体由以下 14 个参数定义：

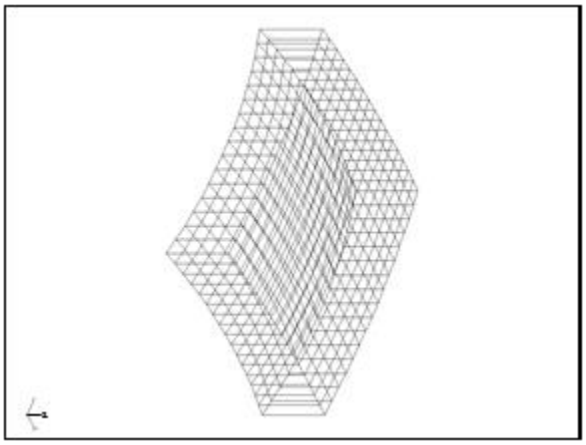
参数#	描述	面名称	面#

1	径向高度。这是透镜的最大径向孔径（如果径向对称），或者为 y 半高（如果柱面对称）。	不适用	不适用
2	X 半宽。这是透镜的半宽（如果柱面对称）。如果此参数为零，则生成旋转对称透镜。	不适用	不适用
3	厚度。以镜头单位表示的菲涅尔厚度。该值必须为正数。	侧面	0
4	是圆柱体? 如果将此标志设置为零，则菲涅尔面为径向面；否则，菲涅尔面为柱状。	侧面	0
5	半径。基圆的曲率半径。这是 1 与上述矢高表达式中的“c”值的比值。	前面	1
6	圆锥系数。上述矢高表达式中的圆锥系数“k”。	前表面	1
7-14	R 的径向偶次幂项的系数（如果将“是圆柱体?”标志设置为零），否则为 y 的径向偶次幂项的系数。注意，当 y 和 r 都没有归一化时，这些系数都具有单位。	前表面	1

由于此物体是一个封闭体，因此可以发生发射、折射或吸收。

参考坐标为透镜具有菲涅尔面的那一侧的中心顶点。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[网格矢高透镜] (Grid Sag Lens)



网格矢高透镜是一个具有前表面为标准面，后表面为网格矢高面的实体。标准面型在“标准 (Standard) ”中描述。网格矢高面在“网格矢高 (Grid Sag) ”中描述。

网格矢高透镜物体使用以下参数：

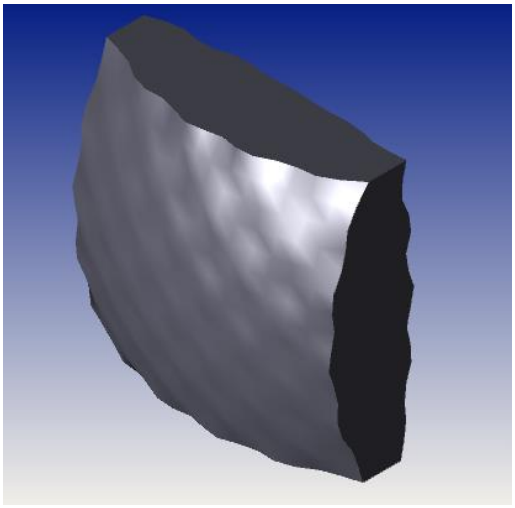
参数#	描述	面名称	面#
1	x 半宽，以镜头单位表示。请参阅下面的详述。	不适用	不适用
2	y 半宽，以镜头单位表示。请参阅下面的详述。	不适用	不适用
3	前表面曲率半径，以镜头单位表示。	前表面	1
4	前表面圆锥系数。	前表面	1
5	沿轴方向的透镜厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
6	插值。用 0 表示双三次方插值，用 1 表示线性插值。请参阅“双三次方样条与线性插值 (Bicubic spline vs. linear interpolation) ”。	不适用	不适用
7	后表面曲率半径，以镜头单位表示。	后表面	2
8	后表面圆锥系数。	后表面	2
9-16	后表面非球面系数 αi。	后表面	2
17-18	X-和 Y-偏心值，以镜头单位表示。这是网格数据相对于非球面基底的偏心。可以将偏心值添加到在 GRD 文件中定义的任何偏心值，如下所述。	不适用	不适用

如果 x 和 y 半宽均为零，透镜形状为矩形，由 GRD 文件中的数据决定其大小。如果 X 半宽为零，y 半宽的绝对值不为零，但小于 GRD 文件中数据的大小，则这部分就是正方形（如果 y 半宽大于零）或者圆形（如果 y 半宽小于零）。如果 x 和 y 半宽都不为零，而且两个半宽的绝对值小于 GRD 文件中数据的大小，则这个部分是矩形（如果两个半宽都是正数）或椭圆（如果其中一个半宽为负数）。

实际的逐点矢高数据是由一个适当格式的文件定义的，它的扩展名为 GRD。文件格式在“导入网格数据 (Importing grid data) ”中定义。必须将网格数据存放在<objects>\Grid Files 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。没有路径的文件名，放在 NSC 编辑器的注释栏中。

参考坐标在前表面的中心。面编号：侧面为面 0，前表面为面 1，后表面为面 2。

[网格矢高透镜 2] (Grid Sag Lens 2)



网格矢高透镜前/后是可以支持在前后表面有两个网格矢高面的实体。有关序列网格矢高面型的详细描述，请参阅序列表面“网格矢高 (Grid Sag) ”。将网格矢高文件中提供的数据应用到每个面的非球面基底的顶部。基底形状通过曲率半径、圆锥系数和 8 个非球面系数定义（最多 16 阶用于定义偶次非球面几何形状）。每个面的网格数据可以在 X 和 Y 中相对于该面的非球面基底的偏心。在对基底进行任何倾斜或偏心后再应用此偏心。

网格矢高透镜前/后物体使用以下参数:

参数#	描述	面名称	面#
1	x 半宽，以镜头单位表示（参阅下面的详述）。	不适用	不适用
2	y 半宽，以镜头单位表示（参阅下面的详述）。	不适用	不适用
3	前表面曲率半径，以镜头单位表示。	前表面	1
4	前表面圆锥系数。	前表面	1
5-12	前表面非球面系数 αi。有关详细信息，请参阅网格矢高。	前表面	1
13	前表面插值标记，用于指定在计算位于任何任意点的表面矢高的数据网格部分使用的插值方法：用 0 表示双三次插值，用 1 表示线性插值。	前表面	1
14	前表面在 X 轴偏心，以镜头单位表示。	前表面	1
15	前表面在 Y 轴偏心，以镜头单位表示。	前表面	1
16	前表面围绕 X 轴倾斜，以度为单位。	前表面	1
17	前表面围绕 Y 轴倾斜，以度为单位。	前表面	1
18	前表面围绕 Z 轴倾斜，以度为单位。	前表面	1
19	前表面顺序标志，用于定义是在偏心之前还是之后应用倾斜（类似序列模式下的坐标间断面的顺序标	前表面	1

	记）。		
20-21	网格数据的前表面 X- 和 Y- 偏心值，以镜头单位表示。这是网格数据相对于倾斜和偏心非球面基底的偏心。可以将偏心值添加到在 GRD 文件中定义的任何偏心值（这也适用于倾斜和偏心了的基底）。	前表面	1
22	轴向透镜厚度，以镜头单位表示。该值用于定义从前表面的名义表面顶点（即在倾斜和偏心之前）到后表面的名义表面顶点的厚度。	侧面	0
23	后表面曲率半径，以镜头单位表示。	后表面	2
24	后表面圆锥系数。	后表面	2
25-32	后表面非球面系数 αi。有关详细信息，请参阅网格矢高。	后表面	2
33	后表面插值标记，用于指定在计算位于任何任意点的表面矢高的数据网格部分使用的插值方法：用 0 表示双三次插值，用 1 表示线性插值。	后表面	2
34	后表面在 X 轴偏心，以镜头单位表示。	后面	2
35	后表面在 Y 轴偏心，以镜头单位表示。	后面	2
36	后表面围绕 X 轴倾斜，以度为单位。	后面	2
37	后表面围绕 Y 轴倾斜，以度为单位。	后面	2
38	后表面围绕 Z 轴倾斜，以度为单位。	后面	2
39	后表面顺序标志，用于定义是在偏心之前还是之后应用倾斜（类似序列模式下的坐标间断面的顺序标记）。	后面	2
40-41	网格数据的后表面 X- 和 Y- 偏心值，以镜头单位表示。这是网格数据相对于倾斜和偏心非球面基底的偏心。可以将偏心值添加到在 GRD 文件中定义的任何偏心值（这也适用于倾斜和偏心的基底）。	后面	2

如果 x 和 y 半宽均为零，透镜形状为矩形，由 GRD 文件中的数据决定其大小。如果 X 半宽为零，y 半宽的绝对值不为零，但小于 GRD 文件中数据的大小，则这部分就是正方形（如果 y 半宽大于零）或者圆形（如果 y 半宽小于零），如果 x 和 y 半宽都不为零，而且两个半宽的绝对值小于 GRD 文件中数据的大小，则这个部分是矩形（如果两个半宽都是正数）或椭圆（如果其中一个半宽为负数）。

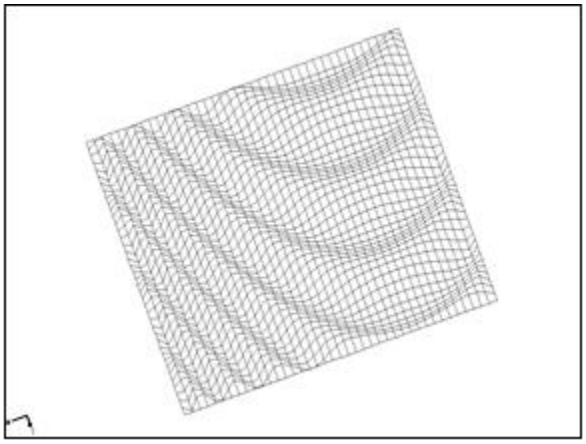
实际的逐点矢高数据是由一个正确格式的文件定义的，它的扩展名为 GRD。文件格式在“导入网格数据 (Importing grid data) ”中定义。必须将网格数据存放在<objects>\Grid Files 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。不包含路径，可以通过 NSC 的“物体属性 (Object Properties) ”对话框上的组合框指定文件

名。

参考坐标在前表面的中心。面编号：侧面为面 0，前表面为面 1，后表面为面 2。

在创建网格矢高透镜 2 物体时，应格外小心以避免创建前后表面发生重叠的集合形状。由于厚度参数、前/后基底几何形状以及前/后矢高网格的复杂组合，OpticStudio 可能不会对一些无效的集合形状发出警告信息。在这些情况下，只能在光线追迹期间检测错误。

[网格矢高面] (Grid Sag Surface)



网格矢高面是外形由文件列出的矩形点阵列定义的物体。此表面形状与序列网格矢高面类似，尽管不支持 Zernike 项。有关序列网格矢高面型的详细描述，请参阅“网格矢高 (Grid Sag) ”。

网格矢高面物体使用以下参数:

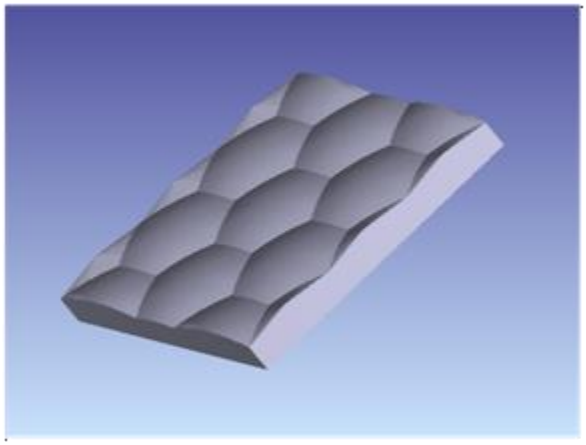
参数#	描述	面名称	面#
1	插值：用 0 表示双三次插值，用 1 表示线性插值。请参阅“双三次样条与线性插值 (Bicubic Spline vs. linear interpolation) ”。	所有面	0
2	曲率半径，以镜头单位表示。	所有面	0
3	圆锥系数。	所有面	0
4-11	非球面系数 αi。	所有面	0
12-13	X-和 Y-偏心值，以镜头单位表示。这是网格数据相对于非球面基底的偏心。可以将偏心值添加到在 GRD 文件中定义的任何偏心值，如下所述。	所有面	0

实际的逐点矢高数据是由一个正确格式的文件定义的，它的扩展名为 GRD。文件格式在“导入网格数据

(Importing grid data) ”中定义。必须将网格数据存放在<objects>\Grid Files 文件夹中（参阅“文件夹 (Folders) ”）。没有路径的文件名，放在 NSC 编辑器的注释栏中。

面编号：整个表面为面 0。

[六边形透镜阵列] (Hexagonal Lenslet Array)

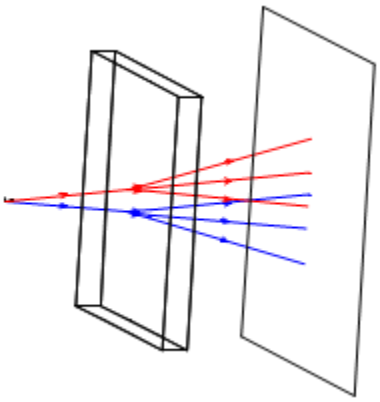


六边形透镜阵列物体模拟一个矩形体，其前表面有一个六边形偶次非球面透镜的阵列组成。为了创建此矩形，需要在边缘两侧添加部分六边形透镜。偶次非球面矢高表达式与偶次非球面透镜物体的矢高表达式相同（请参阅“偶次非球面透镜 (Even Asphere Lens) ”）。后表面为平面，此物体使用以下参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	列数（必须为奇数正整数）。	前面	1
2	行数（必须为奇数正整数）。	前面	1
3	绘制为平面：如果将此参数设置为 1，则透镜阵列的前表面为绘制为平面。OpticStudio 使用此平面作为光线追迹的第一估计，然后叠代计算实际的弯曲阵列表面。这可以加快渲染时间，但如果光线在物体的前面入射角度很大，则不得使用此参数。	不适用	不适用
4	宽度：单个六边形透镜的全宽，以镜头单位表示。	前面	1
5	厚度：透镜列阵的厚度，沿 +z 轴从透镜列阵中心顶点到后平面进行测量。	侧面	0
6	半径：每个透镜列阵的曲率半径，以镜头单位表示。	前面	1
7	圆锥系数：每个透镜列阵的圆锥系数。	前面	1
8-15	r 的幂的非球面系数。	前面	1

参考坐标在前表面的中心。面编号：侧面为 0，前表面为面 1，后表面为面 2。

[全息透镜] (Hologram Lens)



此物体是一个理想的光学构造全息，类似于全息面 1 或全息面 2 序列面模型（有关这些表面的说明，请参阅“全息面 1 (Hologram 1) ”）。全息透镜是一实体，其形状可以是圆形或矩形。前后表面可以是平面、球面或圆锥非球面。全息面位于前表面。另请参阅“全息面 (Hologram Surface) ”。

全息透镜使用以下 18 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	透镜物体的径向高度，以镜头单位表示。如果透镜是矩形，则使用此值作为 y 方向半高。	不适用	不适用
2	透镜物体的 x 半宽，以镜头单位表示。如果值为零，则透镜是圆形，否则透镜是矩形。	不适用	不适用
3	透镜的中心厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
4-5	未使用。	不适用	不适用
6	半径 1：前表面的半径。	前表面	1
7	圆锥系数 1：前面的圆锥系数。	前表面	1
8	半径 2：后面的半径。	后表面	2
9	圆锥系数 2：后面的圆锥系数。	后表面	2
10	全息类型：用 1 表示全息类型 1（两光源均聚焦/发散）或用 2 表示全息图类型 2（一个光源聚焦，另一个光源发散）。请参阅“全息面 1”。	前表面	1
11	级次：要使用的衍射级次。可以指定多个级次，请参阅“衍射选项卡 (Diffraction tab) ”。	前表面	1
12	构造波长：用于制造全息图的波长（以微米为单	前表面	1

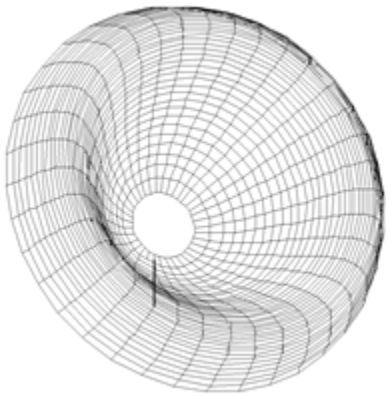
	位）。		
13-18	构造点相对于全息图前表面顶点的 X、Y 和 Z 坐标，以镜头单位表示。	前表面	1

由于此物体是闭合体，因此它可以发生反射、折射或吸收。如果衍射级次为 0 或光线在全息边界发生全内反射，不进行任何全息图衍射计算。

有关衍射物体的重要信息，请参阅“从 NSC 物体衍射 (Diffraction from NSC objects) ”。

参考坐标系位于前表面的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[全息表面] (Hologram Surface)



此物体是一个理想的光学构造全息类似于全息面 1 或全息面 2 序列面模型（有关这些表面的说明，请参阅“全息面 1 (Hologram 1) ”）。全息面是表面，其形状可以是圆形或用户自定义形状。表面可以是平面、球面、圆锥曲面和/或多项式非球面。另请参阅“全息透镜 (Hologram Lens) ”。

此表面形状由以下矢高方程式定义：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i r^i$$

其中，c 是表面曲率，k 是圆锥系数，r 是径向坐标，α项是非球面系数。此表面支持最大和最小径向孔径，因此可以定义环形曲面。注意，多项式中含奇偶项，并且最多可达 230 个系数。此面型与非球面表面物体的形状相似，请参阅“非球面表面 (Aspheric Surface) ”。

以下参数用于定义全息表面：

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	所有面	0
2	圆锥系数 k。	所有面	0
3	最大径向孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
4	最小径向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。	所有面	0
5-6	未使用。	不适用	不适用
7	全息类型：用 1 表示全息类型 1（两光源均聚焦或发散）或用 2 表示全息图类型 2（一个光源聚焦，另一个光源发散）。请参阅“全息面 1”。	所有面	0
8	级次：要使用的衍射级次。可以指定多个级次，请参阅“物体属性（Object Properties）”对话框的“衍射(Diffraction)”部分。	所有面	0
9	构造波长：用于制造全息图的波长（以微米为单位）。	所有面	0
10-15	构造点相对于全息前表面顶点的 X、Y 和 Z 坐标，以镜头单位表示。	所有面	0
16	用于非球面展开式的项数（最多 234 项）。如果此项不大于最高级次非零系数，则光线追迹速度更快。	所有面	0
17-249	多项展开式的 α 系数。	所有面	0

面编号：所有面为面 0。此物体支持用户自定义孔径，请参阅“用户自定义孔径（User defined apertures）”。

[琼斯矩阵（非序列几何物体）]（Jones Matrix（non-sequential geometry objects））

琼斯矩阵是一个椭圆形的平面，其形状由 2 个参数确定，其偏振的透射/反射属性由 8 个“ABCD”参数确定：

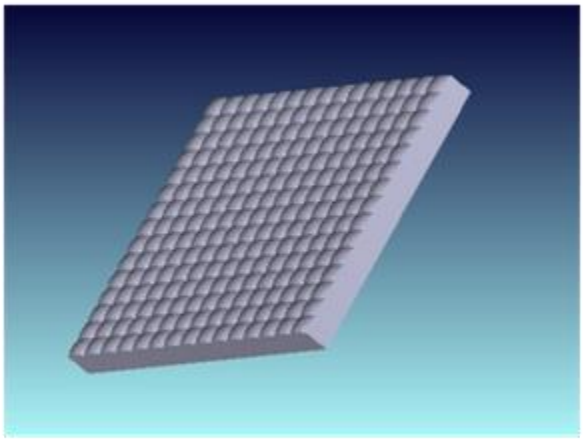
参数#	描述	面名称	面#
1	X 最大半宽。	所有面	0
2	Y 最大半宽。	所有面	0
3-4	A 实部 (Ar) 和 A 虚部 (Ai)	所有面	0
5-6	Br 和 Bi	所有面	0
7-8	Cr 和 Ci	所有面	0
9-10	Dr 和 Di	所有面	0

整个椭圆位于局部 XY 平面内。

琼斯矩阵物体可以用来对中性密度滤光片、偏振片和旋光器进行建模。有关琼斯矩阵参数的说明，请参阅“定义偏振元件 (Defining polarizing components) ”。

参考坐标在椭圆的中心。面编号：所有面为面 0。此物体支持用户自定义孔径，请参阅“用户自定义孔径 (User defined apertures) ”。

[透镜阵列 1] (Lenslte Array 1)



此物体提供的阵列可与先前的 OpticStudio 版本兼容。先创建单个透镜，然后使用阵列物体创建阵列，是使光线追迹更快的一种更有效的方法；有关详细信息，请参阅“阵列 (Array) ”。

透镜阵列 1 物体由一个矩形几何体阵列组成，每个阵列前表面为平面，后表面为曲面。后表面可以是平面、球面、圆锥曲面或多项式表示的非球面，又或者是球面、圆锥曲面或多项式表示的 toroid 面。此形状可以相对于透镜列阵中心进行偏心。Toroid 面是 YZ 平面内的曲线绕平行于 Y 轴的轴、距离 R（称为旋转半径）旋转所得到的曲面。

如果后表面旋转对称，由矢高表达式定义的径向剖面与偶次非球面表面相似

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

如果后表面为一个 Toric 面，则其剖面由与上式相似的有关于 Y 坐标的表达式：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

其中，c 为 YZ 平面内曲率半径的倒数。

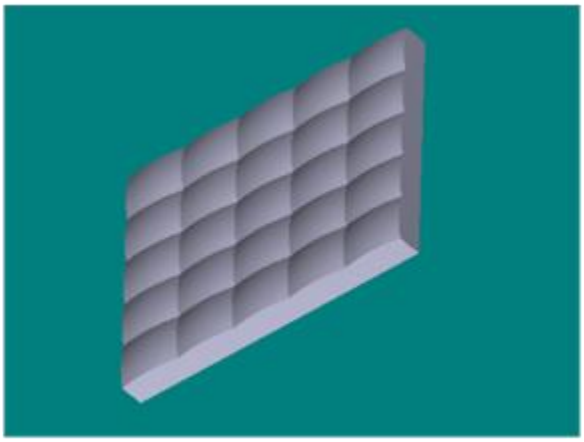
其前或后表面也可以是一个衍射光栅。并且假定光栅平行 X 方向有相同间隔的划线。Y 方向的光栅频率为沿 Y 轴每微米投影到面上的划线数。

透镜阵列 1 由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	每个透镜的 X 半宽，以镜头单位表示。	不适用	不适用
2	每个透镜的 Y 半宽，以镜头单位表示。	不适用	不适用
3	每个透镜阵列沿局部 Z 轴的厚度。	侧面	0
4-5	未使用。	不适用	不适用
6	每个透镜阵列的曲率半径，0 表示平面。	后表面	2
7	每个透镜阵列的圆锥系数。	后表面	2
8	“是 Toric”标志；如果将此标志设置为零，则透镜表面旋转对称，否则为 Toroidal 面。	后表面	2
9	每个透镜列阵的旋转半径（如果透镜表面为 Toric 面）。	后表面	2
10	前表面或后表面的光栅行频率（以线数/微米为单位），请参阅参数 24。	不适用	不适用
11	衍射级次。可以指定多个级次，请参阅“衍射选项卡 (Diffraction tab) ”。	不适用	不适用
12-19	非球面系数 1-8。	后表面	2
20-21	弯曲后面的 x 偏心和 y 偏心。	后表面	2
22-23	x 和 y 方向的透镜列阵元件数。如果透镜列阵总数很大，通常使用单个透镜（同时将参数 22 和 23 设置为等于 1），然后使用阵列物体创建透镜的阵列速度会更快。阵列物体方法十分强大，只使用较少的内存，并且通常加载和追迹速度比使用大量透镜元件更快。请参阅“阵列 (Array) ”。	后表面	2
24	发生衍射的面。该值必须为 1（前表面）或 2（后表面）。	不适用	不适用

注意，当旋转半径设置为 0 时，产生柱面透镜。参考坐标在前表面的中心。面编号：外边缘面为面 0，平的前表面为面 1，弯曲的后表面为面 2，内边缘面为面 3（这些面都是在透镜阵列内偏心透镜面相交形成的侧面）。

[透镜阵列 2] (Lenslet Array 2)



透镜阵列 2 可以兼容 OpticStudio 的更旧版本。创建单个透镜，然后使用阵列物体类型（Array）创建阵列是使光线追迹更快的一种更有效方法；有关详细信息，请参阅“阵列”。

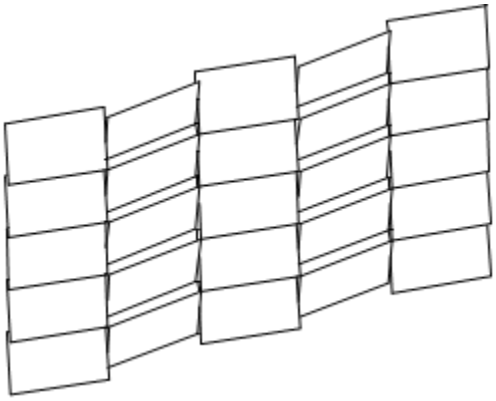
透镜阵列 2 物体由矩形体阵列而成，每个矩形体都具有弯曲的前表面和后表面。面型可以选择平面、球面或圆锥非球面。

透镜阵列 2 由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	每个透镜的 X 半宽，以镜头单位表示。	NA	NA
2	每个透镜的 Y 半宽，以镜头单位表示。	NA	NA
3	沿每个透镜局部 Z 轴的厚度。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	每个透镜的前表面的曲率半径，用零表示平面。	前面	1
7	每个透镜的前表面的圆锥系数。	前面	1
8	每个透镜的后表面的曲率半径，用零表示平面。	后面	2
9	每个透镜的后表面的圆锥系数。	后面	2
10-11	x 和 y 轴的透镜阵列数目。如果阵列总数很大，通常使用单个透镜（将参数 10 和 11 同时设置为等于 1），然后使用阵列（Array）创建透镜的阵列速度会更快。使用阵列物体类型（Array）的方法更强大，只使用较少的内存，并且通常加载和追迹速度比使用大量透镜元件更快。请参阅“阵列”。	NA	NA

参考坐标在前表面的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它表面为面 0。

[微机电系统] (MEMS)



此物体可模拟微机电系统 (MEMS)。MEMS 由小矩形镜面的阵列构成（通常称为像元）。镜面可以沿三个角度的任意角度倾斜，围绕轴旋转的三个角度可以使镜面指向任何方向。可按照需要，打开或关闭一行、一列或控制单个镜面，可对 MEMS 所处的任何状态进行建模。有时候，此类型的器件也称为数字微镜器件 (DMD)。以下参数用于定义 MEMS：

参数#	描述	面名称	面#
1	每行横向的 X 像元数。	所有面	0
2	每列纵向的 Y 像元数。	所有面	0
3	阵列的整个 X 宽度，以镜头单位表示。X 像元宽等于 X 宽度除以 X 像元数。	所有面	0
4	阵列的整个 Y 宽度，以镜头单位表示。Y 像元宽等于 Y 宽度除以 Y 像元数。	所有面	0
5-7	状态为 0、1 或 2 时的像元倾斜角。如果参数 8 为零，则元件围绕 X 轴倾斜。当 +X 轴朝纸面向里/背离观察者时，倾斜角值为正表示元件在 Y-Z 平面内逆时针方向倾斜。	所有面	0
8	围绕 Z 轴的旋转角度（像元围绕此轴倾斜）。在 X-Y 平面的逆时针方向旋转（如果 Z 轴朝离纸面向外/指向观察者）。	所有面	0

9	P-标记。如果此值为 0，则像元按行进行处理。如果此值为 1，则像元按列进行处理；如果此值为 2，则像元单个处理。	所有面	0
10	用于定义行、列或像元的状态的整数值，如下所述。	所有面	0

MEMS 物体中的元件从左下角（在 MEMS 物体的局部坐标系的 (-X, -Y) 象限中）开始编号，像元为 1。像元编号首先在 +X 方向沿列递增，然后在 +Y 方向沿行递增。

可以将 MEMS 器件的每个元件设置为角度 0、角度 1 或角度 2。然后，元件可以处于状态 0、1 或 2。

每个元件的状态在参数列中设定。参数 10 控制元件 1 - 15。参数 11 控制元件 16 - 30 等。

“P-标记”列控制元件的类型。如果 P-标记 = 0，则参数 10 的值将控制行 1 - 15。如果 P-标记 = 1，则参数 10 值将控制列 1 - 15。如果 P-标记 = 2，则参数 10 值将控制单个像元 1 - 15。

在指定元件数量和 P-标记值后，参数列的标题（非序列元件编辑器中）将会改变。会将参数 10 标记为“像素 1-15”。会将参数 11 标记为“像素 16-30”等，直到达到 MEMS 器件中的元件总数。

可以在每个参数列中输入一个数用来指定各个元件的状态。

要生成用于控制元件状态的数，应列出每个元件的所需状态（0、1 或 2）。然后，将该列表看作是以 3 为基底的数。将数转换为以 10 为基底的数，并在相应的参数列中输入该值。在方程式中：

值 =（元件 1 的状态）* 30 +（元件 2 的状态）* 31

+（元件 3 的状态）* 32 +（元件 4 的状态）* 33

+ …. +（元件 15 的状态）* 314

例如，假设 MEMS 器件具有 1 x 5 像元。将 P-标记设定为 2，使得处理单个像元。角度 0 = 0°，角度 1 = 5° 和角度 2 = -5°，与状态 0、1 和 2 相对应。

在这种情况下，像元从 -Y 像元开始编号。因此，像元编号自上而下为：

(5, 4, 3, 2, 1)

假设“顶部”像元（在 +Y 方向）的倾斜为 +5°，“底部”像元（在 –Y 方向）的倾斜为 -5°。然后，倾斜值为：

(+5°, +5°, 0°, -5°, -5°)

像元的状态将为：

(1, 1, 0, 2, 2)

将该列表看作是基 3 中的数可以获得：

11022

将数从基 3 转换为基 10：

$11022_3 = (1 * 3^4) + (1 * 3^3) + (0 * 3^2) + (2 * 3^1) + (2 * 3^0)$

$= \mathbf{116_{10}}$

然后，在参数 10 列中输入值 116（标记为“像元 1-15”）。

像元从 +Y 方向开始并向下移动，然后将在角度

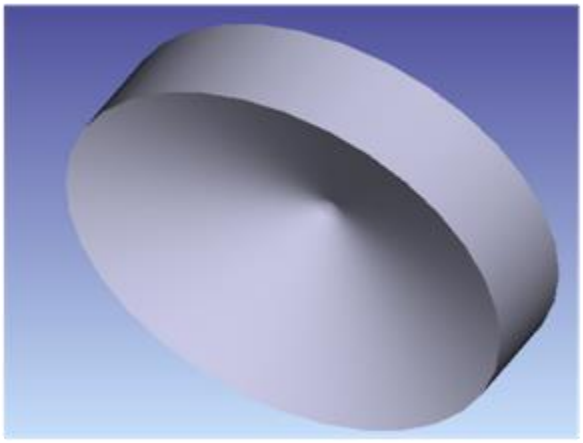
(+5°, +5°, 0°, -5°, -5°) 上采用像元。

由于 OpticStudio 处理元件的方式，可处理元件的总数不能超过大约 3750。如果 P-标记 = 0，将 MEMS 器件限制为 3750 行。如果 P-标记 = 1，将 MEMS 器件限制为 3750 列。如果 P-标记 = 2，将 MEMS 器件限制为 3750 像元。

[空物体](Null Object)

不存在的物体。可以将它用作其它物体的占位符（先占据空间位置）或参考点。参考坐标为局部坐标 (0, 0, 0)。

奇次非球面透镜(Odd Asphere Lens)



奇次非球面形状由以下公式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{12} \alpha_i r^i$$

与奇次非球面非常类似（有 4 个额外项）。奇次非球面透镜物体由两个奇次非球面构成，通过一厚度隔开。物体整个形状由 32 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	最大径向孔径。	NA	NA
2	透镜的中心厚度。	侧面	0
3-4	未使用。	NA	NA
5	前表面的曲率半径	前表面	1
6	前表面的圆锥系数。	前表面	1
7-18	前表面的系数 α1 – α12。	前表面	1
19	后表面的曲率半径。	后表面	2
20	后表面的圆锥系数。	后表面	2
21-32	后表面的系数 α1 – α12。	后表面	2

参考坐标在前面的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它面为面 0。

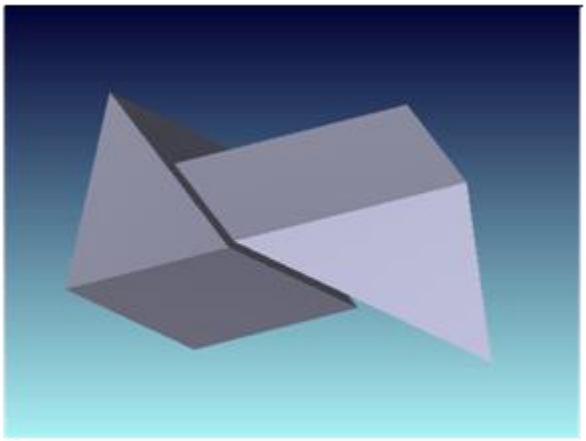
[近轴透镜]（Paraxial Lens）

近轴透镜是表面具有单独的 X 和 Y 焦距的理想化薄透镜。定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1-2	X/Y 半宽。用正数表示矩形形状，用负数表示椭圆形状。	所有面	0
3-4	X/Y 方向焦距，在空气中测量，以镜头单位表示。	所有面	0

可以将此物体放置在空气中，或者将其完全或部分放入均匀或渐变折射率介质内部。在折射期间不改变光线的光程长度或相位，因此在估算光线的正确相位时不要用近轴透镜。此理想化零件不能计算折射的偏振效应。如果偏振效应很重要，则应谨慎使用此物体，尤其是当透镜任一侧的光线相对于法线夹角较大时。

[多边形物体](Polygon Object)



多边形物体是很常用的用户自定义物体。可以用来定义一部分具有反射、其余部分具有折射或吸收特性的非闭合多边形表面或闭合的多边形实体。多边形物体是通过将一系列 3D 三角形顶点坐标放置在扩展名为 POB 的文件进行建模的，zemax 读取顶点坐标位置，并将顶点按照顺序连接形成闭合实体或者非闭合多边形表面。至少 3 个顶点坐标才能够定义一个面，因而后文称该几何体为三角面集合。有关更多详细信息，请参阅“定义多边形物体”。可以将任何多边形物体用作探测器，如“物体为探测器”中所述。

顶点或多面体的总数没有固定限制。在多边形物体类型行的“注释”（非序列元件编辑器中）列中会引用 POB 文件名。例如，如果将 POB 文件 myobject.POB 存放在 <objects>\Polygon Objects 文件夹中（参阅“文件夹”），则须在 NSC 编辑器的多边形物体类型行中的注释列中指定“myobject.POB”。多边形物体使用以下两个参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	缩放因子。POB 文件中的所有顶点乘以此参数。	NA	NA
2	用于表示 POB 文件是定义实体还是表面的标记。如果“是实体？”一栏参数设置为零，则 Zemax 假设 POB 文件定义开面。如果“是实体?”一栏参数设置为非零任何值，则 Zemax 假设 POB 文件定义闭合实体。	NA	NA

有关通过鳞甲面物体追迹光线的限制信息，请参阅“鳞甲面物体的特别注意事项”。作为探测器来使用的 POB 文件创建工具，见“创建多边形物体”中所述。

参考坐标是局部坐标 (0, 0, 0)，构成物体的多边形可以相对于参考点放置在任何位置。面编号：每个面都具有在 POB 文件中定义的面编号，请参阅下文了解详细信息。

定义多边形物体

多边形物体是在 3D 空间中由一系列三角面构成的用户自定义物体。三角面已在文本文件（扩展名为 POB）中定义（对于多边形物体）。如果需要，可以为多边形的每个面或一组面分配唯一的面编号。任何物体编号唯一的表面总数都是受限制的，有关详细信息，请参阅“物体表面”。

多边形物体形成的闭合体不得包含任何内表面。每个面都必须在物体的外部，以便定义实体的内部和外部之间的边界。要使物体具有胶合边界（如分光镜），可以使用两个或多个单独的多边形物体，然后将它们相互接触放置在一起。有关将物体相互接触放置在一起的更多信息，请参阅“将物体放置在其它物体的内部、或与其他物体毗邻或重叠”。

可以使用任何文本编辑器创建和编辑文件格式。文件包含一系列数据行。每行以一个字母或符号开头，后跟该符号对应的数据。支持的符号及其含义的定义如下。

注释符号：!

符号“!”用于定义注释行。

语法：

!Any comment here

示例：

!A dove prism

面名称符号：C

可以使用 C 命令定义的面的名称。

语法：

C facenumber ″any name here″

示例：

C 0 ″All faces″

面名称用于在物体对话框中显示物体的各个面的名称。注意，名称必须用引号。此命令为可选命令。

不可见符号：I

可以将不需要绘制的顶点连线（如位于同一平面的两个相邻三角形之间的线）标记为不可见。要使两个顶点不可见，可以使用符号“I”后跟两个顶点编号。将不绘制标记顶点间的任何连线。

这只会影响 3D 视图，严格来说用于增强美化绘制的多边形物体。

语法：

I v1 v2

示例：

I 7 9

注意，顶点编号必须为整数。编号之间用空格隔开。必须在以不可见顶点为参考定义的任何三角面或矩形之前使用 I 命令。

顶点符号：V

顶点用符号“V”定义，后跟顶点编号以及顶点的 x、y 和 z 坐标。

语法：

V number x y z

示例：

V 1 -1.0 -1.0 0.0

注意，顶点编号必须为整数，x、y 和 z 坐标为浮点数。编号之间用空格隔开。

三角形符号：T

三角形通过连接 3 个顶点定义。

语法：

T vertex1 vertex2 vertex3 isreflective face

顶点数必须为之前在文件中定义的整数顶点。“isreflective”标记为 -1（如果表面吸收），为 1（如果表面反射）或为 0（如果表面折射）。使用此标记可以使同一多边形物体或面中的一些三角面变成反射，使其它三角面变成折射或吸收。但是，在使用多边形物体的布尔运算所生成的物体中不考虑 isreflective 标记。

face 的值定义了三角形所属的面编号。如果省略面编号；则假设为面 0。

示例：

T 1 2 3 0 2

这将定义连接顶点 1、2 和 3 的折射三角面，属于面 2。

矩形符号：R

矩形通过连接 4 个顶点定义；在其它情况下，它们与三角面非常类似。在内部，OpticStudio 将矩形转换成 2 个三角形。

语法：

R vertex1 vertex2 vertex3 vertex4 isreflective face

顶点数必须为之前在文件中定义的整数顶点。顶点的顺序不是任意的，它们必须按连续的顺时针或逆时针顺序列出，而不是“蝶形领结”顺序。不是所有由四个顶点构成的多边形都可以形成闭合的矩形；对于更复杂的形状，应使用多个三角面命令完成。“isreflective”标记为 -1（如果表面吸收），为 1（如果表面反射）或为 0（如果表面折射）。使用此标记可以使同一多边形物体或面中的一些矩形变成反射，使其它矩形变成折射或吸收。但是，在使用多边形物体的布尔运算所生成的物体中 isreflective 标记无效。

face 的值定义了矩形所属的面编号。如果省略面编号；则假设为面 0。

示例：

R 1 2 3 4 1 0

这将定义连接顶点 1、2、3 和 4 形成的反射矩形，属于面 0。

多边形物体中的最大三角面数量

对多边形物体可以包含的三角面数量没有固定的上限。上限由计算机所能够提供的真实或虚拟 RAM 的大小决定。每个三角面需占用大约 100 字节内存。但是，OpticStudio 通常会同时保留镜头数据的多个副本，因此 OpticStudio 需要为每个三角面保留 500 字节的 RAM。因而一个有 2000 个三角面的物体需要大约 1 Mb 的可用 RAM。另一个更应考虑的受限因素是计算机运行速度；如果三角面的数量很大，OpticStudio 的速度将显著降低。

POB 文件示例

以下是定义立方体折射材料的 POB 完整文本文件。包含在示例文件 CUBE.POB 中。立方体的所

有 8 个面都属于面 0。

```
!A cube
! front face vertices
V 1 -1 -1 0
V 2 1 -1 0
V 3 1 1 0
V 4 -1 1 0
! back face vertices
V 5 -1 -1 2
V 6 1 -1 2
V 7 1 1 2
V 8 -1 1 2
!Front
R 1 2 3 4 0 0
!Back
R 5 6 7 8 0 0
!Top
R 4 3 7 8 0 0
!Bottom
R 1 2 6 5 0 0
```

!Left side

R 1 4 8 5 0 0

!Right side

R 2 3 7 6 0 0

8 个“V”命令定义了立方体的 8 个顶角的顶点坐标。6 个“R”命令定义了立方体的 6 个面。注意，面的宽度为 2 个单位，且将后表面顶点的 z 坐标定义为 2 个单位（见! back face vertices

）；因此，形状是一个非常完美的立方体。所有坐标都相对于物体参考点定义；在本例中，参考点是前表面的几何中心。如果将参考点设置在立方体的中心，应将顶点定义更改为：

V 1 -1 -1 -1

V 2 1 -1 -1

V 3 1 1 -1

V 4 -1 1 -1

V 5 -1 -1 1

V 6 1 -1 1

V 7 1 1 1

V 8 -1 1 1

有关更多示例，请参阅 <objects>\Polygon Objects 文件夹中由 OpticStudio 提供的 POB 文件（参阅“文件夹”）。

[光线旋转器](Ray Rotator)

光线旋转器是用于旋转所有入射光线的虚拟器件。该物体是具有椭圆或矩形形状的平面。在光线与旋转器的交点处，将会创建“光线”坐标系。此光线坐标系的 X、Y 和 Z 方向最初与旋转器的局部 X、Y 和 Z 方向平行，光线坐标系以光线交点中心（而非表面顶点）作为坐标中心点。

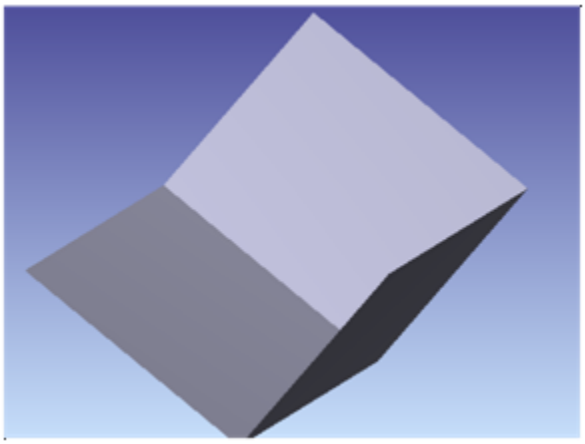
接着入射光线的方向余弦绕光线坐标系的 Z 轴旋转，旋转方向使用右手定则。此 Z 旋转同时也将光线坐标 Y 轴旋转相同的角度。随后，光线围绕第一次 Z 方向旋转后所产生的新的光线坐标 Y 轴进行旋转。如果光线为偏振光线，则还会旋转偏振矢量。注意，光线的位置不会被修改；只会修改光线的方向余弦。

旋转器物体不会折射、吸收、衰减、改变光程长度或相位，或者以其它方式修改光线的任何属性，只改变光线的方向以及任何相关电场数据的方向。如果将材料设置为“MIRROR”，则此物体会反射光线，并在反射后进行旋转。由于相位和光程长度未被修改，且此物体不保留波前相位，因此只能对在光线旋转之后的光束执行非相干计算。

定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1-2	X/Y 半宽。用正数表示矩形形状，用负数表示椭圆形状。	NA	NA
3-4	Z/Y 方向旋转角度（以度为单位）。	NA	NA

[矩形锥](Rectangular Corner)



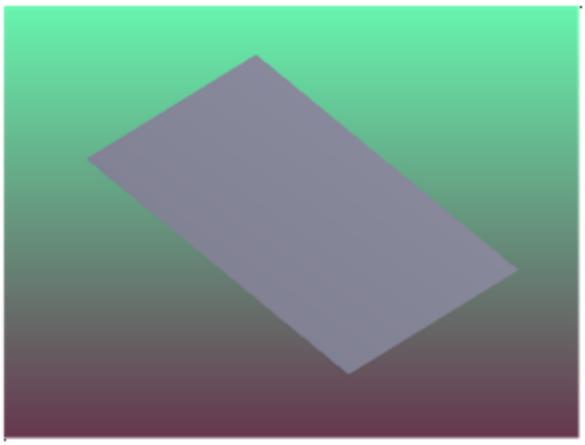
矩形锥由 1 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	正方形的全宽。	所有面	0

矩形锥由在 90 度角相交的 3 个正方形组成。各个正方形在正 XY、XZ 和 YZ 平面处对齐。每个正方形的尺寸为 X * X。

参考点为 3 个正方形的交点。面编号：所有面的编号都是面 0。

[矩形](Rectangle)



矩形是由 2 个参数定义的平面：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 半宽。	所有面	0
2	Y 半宽。	所有面	0

矩形是放置在局部 XY 平面内，位于局部 Z = 0 的平面。

参考点为矩形的中心。面编号：所有面的编号都是面 0。

[矩形管](Rectangular Pipe)



矩形管由 9 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	开放的前表面的 X 半宽。	所有面	0
2	开放的前表面的 Y 半宽。	所有面	0
3	沿局部 Z 轴的矩形管的 Z 长度。	所有面	0
4	开放的后表面的 X 半宽。	所有面	0
5	开放的后表面的 Y 半宽。	所有面	0
6-7	前表面 X，Y 倾角（以度为单位）。	所有面	0
8-9	后表面 X，Y 倾角（以度为单位）。	所有面	0

矩形管是 4 面围城的框。前表面和后表面都是开放的。通常，将此物体用作矩形光管。参考点为非闭合前表面的中心。面编号：所有面的编号都是面 0。

此外，请参阅矩形体对象的“关于倾斜面的注释”。

[矩形管光栅](Rectangular Pipe Grating)

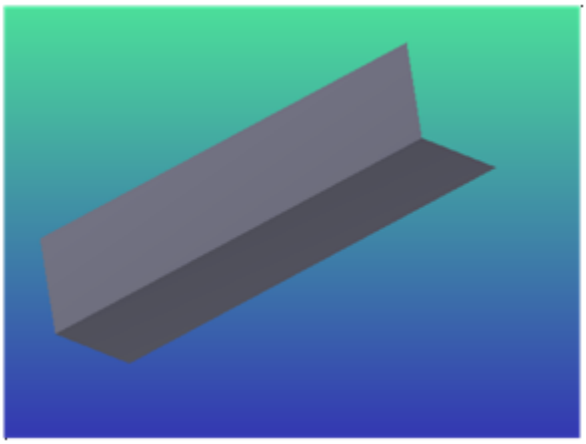
此物体的形状与矩形管形状相同，并使用相同的前 9 个参数。但是，矩形管光栅在所有四个面中添加了线性衍射光栅。增加了另外两个参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	开放的前表面的 X 半宽。	所有面	0
2	开放的前表面的 Y 半宽。	所有面	0
3	沿局部 Z 轴的矩形管的 Z 长度。	所有面	0
4	开放的后表面的 X 半宽。	所有面	0
5	开放的后表面的 Y 半宽。	所有面	0
6-7	前表面 X，Y 倾角（以度为单位）。	所有面	0
8-9	后表面 X，Y 倾角（以度为单位）。	所有面	0
10	侧面的光栅刻线频率（以线/微米为单位）。	所有面	0
11	衍射级次。可以指定多个级次，请参阅“衍射选项卡”。	所有面	0

光栅由垂直于局部 z 轴的等距刻线构成，落在四个面的每个面上。光栅频率为沿 z 方向的线/微米；向下投影到 XZ 或 YZ 平面上。注意，都存在光栅是在矩形管的所有四个面上。参考点为非闭合前表面的中心。

有关衍射物体的重要信息，请参阅“从 NSC 物体衍射”。面编号：所有面的编号都是面 0。

[矩形屋脊](Rectangular Roof)



使用 3 个参数定义矩形屋脊：

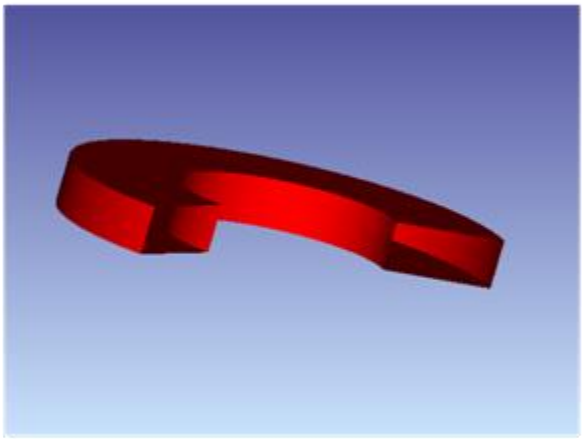
参数#	描述	面名称	面#

1	X 半宽。	所有面	0
2	Y 半宽。	所有面	0
3	两个矩形之间的角度。	所有面	0

矩形屋脊由在某个角度相交的两个矩形组成。

参考点是两个矩形面交线的中点。面编号：所有面的编号都是面 0。

[矩形 Torus 面](Rectangular Torus Surface)



矩形 Torus 面是通过围绕已知轴旋转矩形形成的表面。围绕已知轴的旋转可以超过 360 度；也可以旋转小于 360 度，形成非闭环。另请参阅用来对折射实体 Torus 形状进行建模的矩形 Torus 体的详述。

矩形 Torus 面由 6 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	Torus 面的外半径，R_{out}。	所有面	0
2	Torus 面的内半径，R_{in}。	所有面	0
3	Torus 面的起始角，θ1。	所有面	0
4	Torus 面的终止角，θ2。	所有面	0
5	Torus 面的厚度，Ty。	所有面	0

矩形位于 YZ 平面，且中心为 x = 0、y = 0、z = (R_{out}+Ri_n)/2。矩形的此位置与旋转角度 θ = 0 相对应。围绕 Y 轴的旋转角度必须满足以下条件：

$0 \le \theta_1 \le \theta_2 \le 360$

此外，其它限制为 $R_{out} > R_{in} > 0$ 且 Ty > 0。基准坐标为旋转轴的中心。面编号：所有面的编号都是面 0。

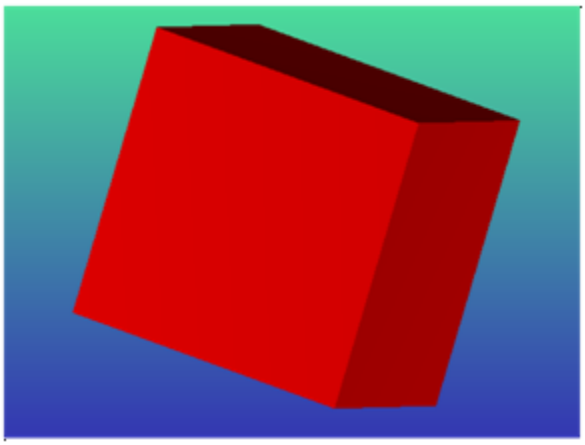
[矩形 Torus 体](Rectangular Torus Volume)

该物体除了 Torus 面的端部闭合以形成实体以外，基本上与矩形 Torus 面相同。这允许将物体制成折射材料。有关详细信息，请参阅矩形 Torus 面的描述。

参数#	描述	面名称	面#
1	Torus 面的外半径，R_{out}。	侧面	0
2	Torus 面的内半径，R_{in}。	侧面	0
3	Torus 面的起始角，θ1。	侧面	0
4	Torus 面的终止角，θ2。	侧面	0
5	Torus 面的厚度，Ty。	侧面	0

面编号：起始角所在的端面为面 1，终止角所在的端面为面 2，所有其它面的编号都是面 0。

[矩形体](Rectangular Volume)



使用 9 个参数定义矩形体：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的 X 半宽。	前面	1
2	前表面的 Y 半宽。	前面	1
3	实体沿局部 Z 轴的 Z 长度。	侧面	0
4	后表面的 X 半宽。	后面	2
5	后表面的 Y 半宽。	后面	2
6	前表面 X 倾角（以度为单位）。	前面	1
7	前表面 Y 倾角（以度为单位）。	前面	1
8	后表面 X 倾角（以度为单位）。	后面	2
9	后表面 Y 倾角（以度为单位）。	后面	2

矩形体通常是 6 面实体。但是，可以通过将一个或多个参数设置为零来创建各种形状，如锥形和楔形实体。

在对矩形体执行布尔运算或以 CAD 格式导出矩形体时，任何宽度小于所设定的导出允许公差值的面，都将会被移除。

参考点为前表面的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它面为面 0。

关于倾斜面的注释

请注意，如果前表面和后表面的 X 半宽不相同，且沿前表面或后表面的 Y 方向倾斜，则侧面

的四个顶点不再共面。将形成形状奇怪的实体，OpticStudio 对其进行建模作会使用两个三角面来代替侧面，类似沿对角线处有一折痕。如果前表面和后表面的 Y 半宽不同且在任一面有沿 X 方向的倾斜，则会发生类似的情况。尽管在这些情况下不会发出错误信息，但应仔细研究所得到的物体模型，以确认生成所需的形状。

[矩形体光栅](Rectangular Volume Grating)

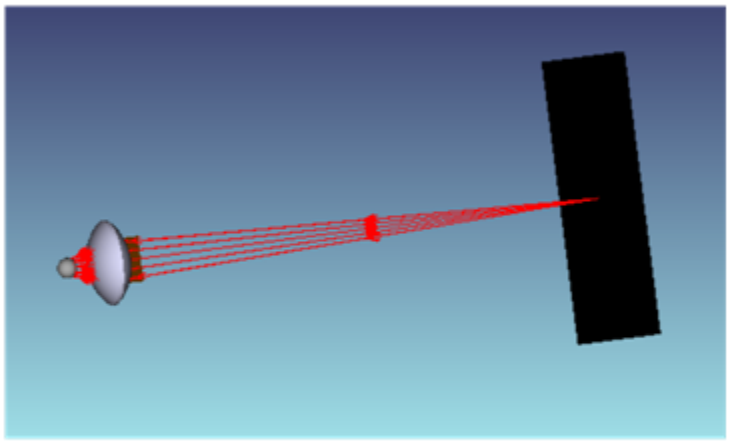
此物体的形状与矩形体形状相同，并使用相同的前面 9 个参数。但是，光栅版本在物体的四个面添加了线性衍射光栅：上面、下面、左面和右面。在前表面和后表面没有任何光栅。增加两个额外参数 10 和 11：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的 X 半宽。	前面	1
2	前表面的 Y 半宽。	前面	1
3	实体沿局部 Z 轴的 Z 长度。	侧面	0
4	后表面的 X 半宽。	后面	2
5	后表面的 Y 半宽。	后面	2
6	前表面 X 倾角（以度为单位）。	前面	1
7	前表面 Y 倾角（以度为单位）。	前面	1
8	后表面 X 倾角（以度为单位）。	后面	2
9	后表面 Y 倾角（以度为单位）。	后面	2
10	侧面的光栅刻线频率（以刻线/微米为单位）。	侧面	0
11	衍射级次。可以指定多个级次，请参阅“衍射选项卡”。	侧面	0

光栅由垂直于局部 z 轴的等距刻线构成，落在四个面的每个面上。光栅频率为沿 z 方向的线/微米；向下投影到 XZ 或 YZ 平面上。注意，矩形体的所有四个面上都存在光栅。参考点为前表面的中心。

有关衍射物体的重要信息，请参阅“从 NSC 物体衍射”。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它面为面 0。

[ReverseRadiance 探测器](ReverseRadiance Detector)



只有 OpticStudio 旗舰版才具有此功能。

ReverseRadiance™ 探测器与矩形探测器类似，但它使用反向光线追迹技术确定到达探测器的光通量，而不是以常规方式对追迹光线的光通量进行被动求和。

为了使 ReverseRadiance 探测器能够正常工作，它必须具有相关联的 ReverseRadiance 目标物体、同时定义光源边界物体以及 Radiant Source Model 文件生成的光源物体。

以下为参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	形状：用 0 表示矩形探测器，用 1 表示椭圆形探测器。	所有面	0
2-3	X/Y 半宽：用镜头单位表示的整个探测器的尺寸。	所有面	0
4-5	X/Y（或径向的/角度的）像元数：这会将整个探测器分为较小的像元。	所有面	0
6	光源物体：这是使用光源文件的物体编号。有关更多信息，请参阅“ReverseRadiance”分析。	所有面	0
7	目标物体：这是 ReverseRadiance™ 目标物体的物体编号。	所有面	0

8	边界物体：这是边界物体的物体编号。由于光源为一系列光线，因此它需要独立的物体来定义光源的物理区域。有关更多信息，请参阅“ReverseRadiance”分析。	所有面	0
9	反转光线颜色：绘制来自此探测器的光线时要使用的线条颜色。如果为零，则将选择默认颜色。	所有面	0

有关正确使用此功能的完整说明和重要信息，请参阅“ReverseRadiance™”。

[ReverseRadiance 目标](ReverseRadiance Target)

只有 OpticStudio 旗舰版才具有此功能。

可以将 ReverseRadiance™ 目标与 ReverseRadiance™ 探测器结合使用，以使用反向光线追迹技术计算探测器的光通量。

以下为使用的参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	形状：用 0 表示矩形目标，用 1 表示椭圆形目标。	所有面	0
2-3	X/Y 半宽：整个目标的尺寸（用镜头单位表示）。	所有面	0
4-5	X/Y（或径向的/角度的）像元数：这会将整个目标分为较小的像元。	所有面	0

有关正确使用此功能的完整说明和重要信息，请参阅“ReverseRadiance™”。

[幻灯片](Slide)（非序列几何物体）



幻灯片是以 BMP、JPG 或 PNG 格式图形文件定义的 RGB 彩色幻灯片。

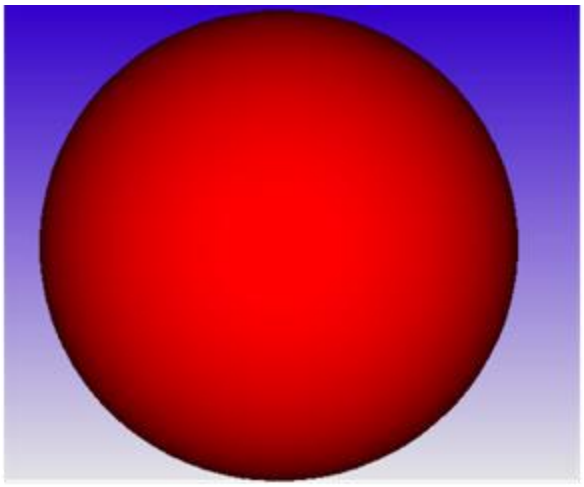
幻灯片使用以下参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	以镜头单位表示的图像的宽度。	所有面	0
2	像元纵横比，定义为高度/宽度。大多数 BMP 文件使用的像元纵横比值为 1.0 。幻灯片的高度将由像元数、幻灯片宽度和像元纵横比确定。	所有面	0

通过将光源放置在幻灯片物体后面来对辐射情景进行建模。例如，要对朗伯辐射情景进行建模，可以将矩形平行光源（参阅“矩形光源”）放置在幻灯片后面，然后将幻灯片的散射属性设置为朗伯散射（参阅“散射”）。

幻灯片使用相同算法计算透射率，如“幻灯片”中所述。面编号：所有面编号为面 0。

[球面](Sphere)（非序列几何物体）



球面由两个参数定义：

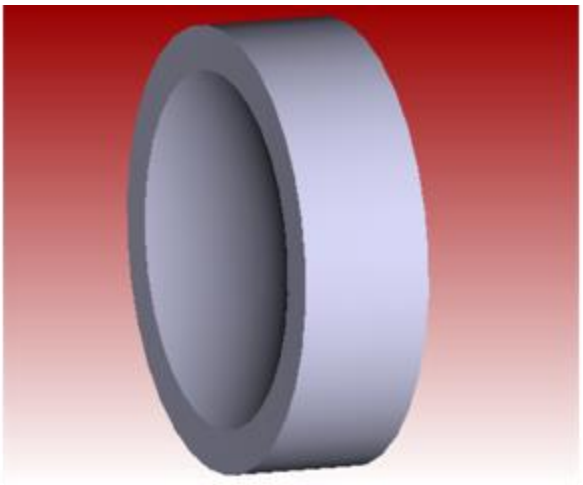
参数#	描述	面名称	面#
1	球面的半径。	所有面	0
2	用于表示球面是实体还是空壳的标记。如果“是实体？”一栏参数设置为零，则 OpticStudio 假设球面定义空壳；光线必须从此类表面反射或吸收，不允许折射。如果“是实体?”一栏参数设置为非零的任何值，则 OpticStudio 假设球面为闭合体。此实体可以反射、折射或吸收光线。	所有面	0

球面功能模块也可以被用来建模气泡。通过将球面放置在玻璃实体内部，并将材料类型设置为空（空气）或描述气体的已定义玻璃名称，即可完成对气泡的建模。

参考点为球面的中心。

面编号：所有面编号为面 0。

[标准透镜](Standard Lens)



标准透镜是由 OpticStudio 标准面构成的透镜。标准面可以是平面、球面、圆锥非球面或超半球面。标准透镜包含 5 个独立的部分：

1) 标准面形状的前表面。
2) 标准面形状的后表面。
3) 前表面的净孔径和前表面的边缘之间的环带。
4) 后表面的净孔径和后表面的边缘之间的环带。
5) 连接透镜的前后表面边缘的圆柱面（可能是锥形圆柱面）。

所有 5 个表面可以折射、反射或吸收光线，取决于材料特性。

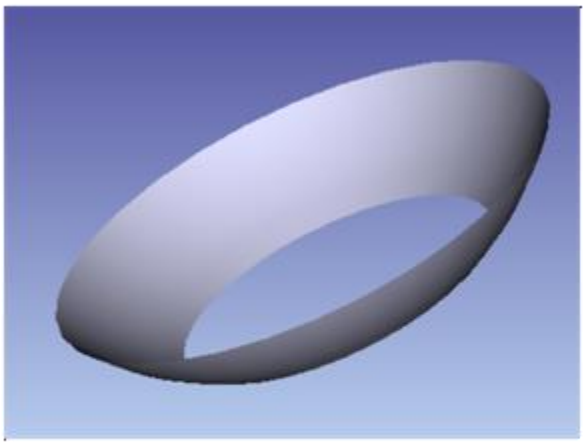
以下 9 个参数用于定义标准透镜：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用 0 表示无穷大（平面）。	前面	1
2	前表面的圆锥系数。	前面	1
3	前表面净孔径的半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前面	1
4	透镜前侧边缘的径向孔径。	前面	1
5	透镜的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用 0 表示无穷大（平面）。	后面	2
7	后表面的圆锥系数。	后面	2
8	后表面净孔径的半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后面	2

9	透镜后侧边缘的径向孔径。	后面	2

参考点为透镜前表面的中心。面编号：前面为面 1，后面为面 2，所有其它面为面 0。

[标准面](Standard Surface)



标准面物体与 OpticStudio 序列模式下的标准面非常类似。标准面包括平面、球面、圆锥非球面，以及超半球球面和非球面。

标准面使用以下 4 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。使用 0 表示无穷大（平面）。	所有面	0
2	圆锥系数。	所有面	0
3	最大净孔径的半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	所有面	0
4	最小净孔径的半直径。此值必须为正数。如果大于零，则此值会在表面中生成“孔”。	所有面	0

表面围绕局部 z 轴旋转对称。

如果半径为负，则表面是朝向负 z 轴的凹面。如果半径为正，则表面是朝向正 z 轴的凹面。

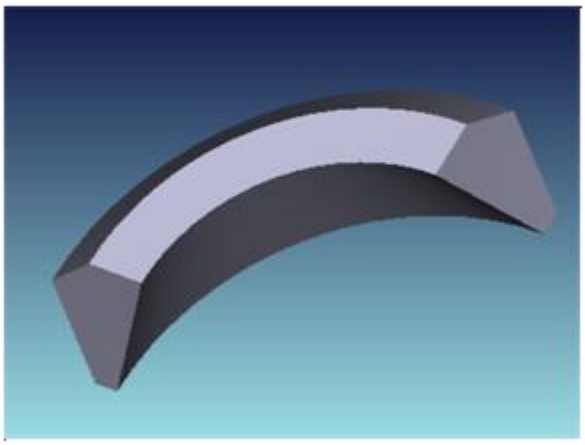
如果半直径为负，则表面将变成超半球，且开口端的径向孔径等于半直径的绝对值。

表面可以反射或折射光线。

参考点为表面的中心。面编号：所有面为面 0。此物体支持用户自定义孔径，请参阅“用户自定义孔径”。

对于具有更复杂孔径形状的类似表面形状，请参阅“非球面 2”。

[扫描物体](Swept Object)

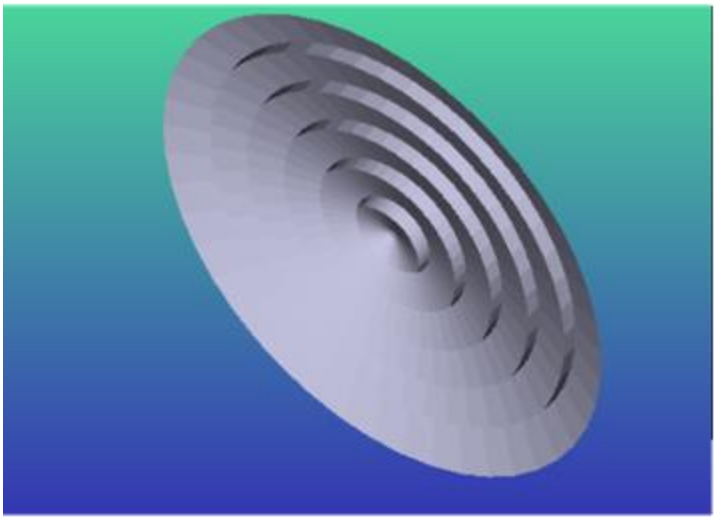


扫描物体是通过围绕任意轴旋转父物体的截面形成新的形状。父物体可以为任何表面或实体。父物体的截面通过父物体与“切片”平面相交而形成。切片平面由旋转轴和远离此旋转轴的矢量共同定义。可以将所得到的截面从 -360 度旋转到 +360 度，并限制每次旋转角度的绝对值至少为 0.1 度。扫描物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	父物体编号。此编号必须在编辑器中扫描物体编号之前。	NA	NA
2 - 4	未经旋转和偏移的父物体的中心 x、y 和 z 坐标。这些数据定义位于旋转轴上的点。	NA	NA

5 - 7	父物体的坐标系中的轴 x、y 和 z 方向余弦。这些余弦被归一化，以确保指向沿旋转轴的矢量。旋转轴不能与物体相交，否则将生成无效的实体。通常，此条件不会被自动检测，且不会发出任何警告。	NA	NA
8 - 10	父物体的坐标系中的平面 x、y 和 z 方向余弦。这些余弦被归一化，以确保指向远离旋转轴的矢量。将切片平面定义为同时包含旋转轴和平面矢量的平面。注意，平面矢量不能与切片平面正交，但可以位于切平面内。平面矢量不能与旋转轴矢量平行。	NA	NA
11	以度表示的扫描角度。扫描从平面开始。	NA	NA
12	端面选项。用 0 表示不形成任何端面，用 1 表示仅形成第一个端面，用 2 表示仅形成第二个端面，用 3 表示同时形成两个端面。如果旋转角度为 360 度，则不形成任何端面，不考虑此设置。如果旋转角度小于 360 度，且将“是实体？”判断标记设置为非零值，则忽略端面设置，并自动添加两个端面。	NA	NA
13 - 15	未使用。	NA	NA
16	判断是否为实体：如果所得到的形状为闭合体，应将此参数设置为 1；否则，物体为壳，且应将此参数设置为 0。	NA	NA

[鳞甲径向](Tabulated Faceted Radial)



鳞甲物体根据在文件中定义的坐标点建模。文件必须存放在 <objects>\Tabulated Objects 文件夹中（参阅“文件夹”），扩展名为 TOB。坐标表示鳞甲面的起点和终点。旋转图形通过在某些角度范围内复制指定数量的鳞甲面而生成。旋转轴为局部 Z 轴。

TOB 文件格式为两个数据列，用一个或多个空格，或者一个或多个制表符分隔。例如 TOB 文件就像这样：

1.5 3.5

2.2 4.5

3.0 5.5

3.0 6.0

0.0 6.0

每对数据的第一个数字为局部 Y 坐标。此值必须为零或正数。每对数据的第二个数字为局部 Z 坐标。第一对数据后面的每一对值代表“区域”。如果有 6 对数，则物体要有 5 个区域。每个物体最多有 246 个区域。如果需要多个区域，可以使用多个物体。最后一行语法必须为“0.0 *n*”，其中 *n* 为最后列出的 z 坐标。在上例中，最后一行为“0.0 6.0”这一行数据。

OpticStudio 将为每个区域生成一个近似于平滑表面的面元。鳞甲面可以涵盖由起始角和终止角定义的完整周期的任何一小段。要生成完整的旋转图形，应将起始角设置为 0.0 度，将终止角设置为 360.0 度。两个角均必须为零或正数，且小于或等于 360.0 度。

可以单独为每个区域指定在此角度范围内生成的鳞甲面数；因此，在第一个区域可能有 40 个鳞甲面，在第二个区域可能有 80 个鳞甲面，在第三个区域可能有 50 个鳞甲面等。如果鳞甲面个数随区域不同而变化，则可能会在零件中形成小的缝隙，且这些缝隙将会产生几何误差。如果差距很小，则可以忽略触发这些误差的光线；有关更多信息，请参阅“光线追迹控件”。

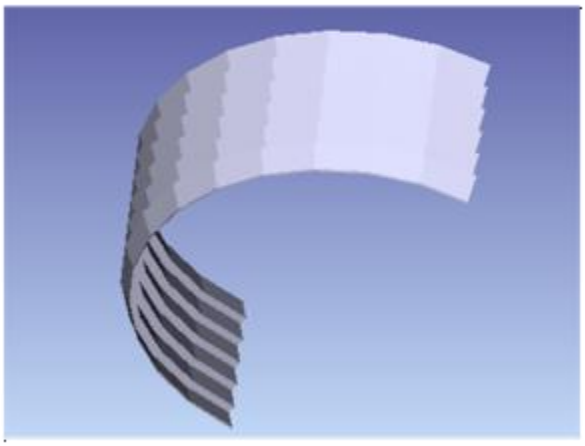
用于定义物体的参数为：

参数#	描述	面名称	面#
1	比例因子。TOB 文件中的所有顶点乘以此参数。	所有面	0
2	用于表示 TOB 文件是定义实体还是表面的标记。如果“是实体？”一栏参数设置为零，则 OpticStudio 假设 TOB 文件定义开面。光线必须从此类表面反射或吸收；不允许折射。如果“是实体？”一栏参数设置为非零任何值，则 OpticStudio 假设 TOB 文件定义闭合实体。此实体可以反射、折射或吸收光线。	所有面	0
3	起始角。TOB 定义的坐标开始旋转的角度，以度为单位。	所有面	0
4	终止角。TOB 定义的坐标结束旋转的角度，以度为单位。	所有面	0
5	区域 1 鳞甲面。第一个区域的起始角和终止角之间的鳞甲面数。	所有面	0
6	区域 2 鳞甲面。第二个区域的起始角和终止角之间的鳞甲面数。	所有面	0
4+n	区域 n 鳞甲面。第 n 个区域的起始角和终止角之间的鳞甲面数。	所有面	0

如果对“是实体？”标记一栏进行了设置，则 TOB 文件必须定义将在旋转后为闭合体的物体，这需要将物体完整旋转 360.0 度。通过 TOB 文件定义的完全闭合体可以用来近似模拟菲涅尔透镜的鳞甲面建模。

面编号：所有面编号为面 0。

[鳞甲 Toroid](Tabulated Faceted Toroid)



鳞甲物体根据在文件中定义的坐标建模。文件必须存放在 <objects>\Tabulated Objects 文件夹中（参阅“文件夹”），扩展名为 TOB。坐标表示鳞甲面的起点和终点。旋转图形通过在某些角度范围内复制指定数量的鳞甲面而生成。旋转轴与局部 Y 轴平行且有一定的偏移量，偏移量为 R。如果将半径（R）设置为零，则将生成圆柱对称的表面，而不是 Torus 面。

TOB 文件格式为两个数据列，用一个或多个空格，或者一个或多个制表符分隔。采样 TOB 文件就像这样：

1.5 3.5

2.2 4.5

3.0 5.5

3.0 6.0

每对数据的第一个数字为局部 Y 坐标。此值可以为负数、零或正数。每对数据的第二个数字为局部 Z 坐标。第一对数据后面的每对值代表“区域”。如果有 6 对数，则物体有 5 个区域。每个物体最多有 246 个区域。如果需要多个区域，可以使用多个物体。

OpticStudio 将为每个区域生成一个近似于平滑表面的面元。鳞甲面可以涵盖由起始角和终止角定义的完整周期的任何一小段。要生成完整的旋转图形，应将起始角设置为 -180.0 度，将终止角设置为 180.0 度。两个角的绝对值均必须小于或等于 180.0 度。

可以单独为每个区域指定在此角度范围内生成的鳞甲面数；因此，在第一个区域可能有 40 个鳞甲面，在第二个区域可能有 80 个鳞甲面，在第三个区域可能有 50 个鳞甲面等。

用于定义物体的参数为：

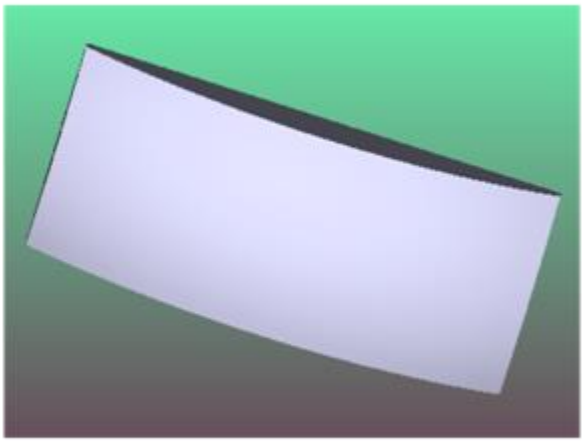
参数#	描述	面名称	面#
1	比例因子。TOB 文件中的所有顶点乘以此参数。	所有面	0
2	旋转半径。如果为正，则旋转轴为正局部 Z 方向，在 YZ 平面中与局部 Y 轴平行。如果为负，则旋转轴为负局部 Z 方向，在 YZ 平面中与局部 Y 轴平行。如果为零，则生成圆柱体。在半径为零的特殊情况下，将忽略鳞甲面个数这一参数（因为使用单个鳞甲面可以对平面进行完美建模），并将起始角和终止角定义为镜头单位下的起始和终止 x 坐标。	所有面	0
3	起始角。开始旋转 TOB 定义的坐标的角度（以度为单位），除非旋转半径为零；在这种情况下，起始角定义镜头单位下的起始 x 坐标。	所有面	0
4	终止角。终止旋转 TOB 定义的坐标的角度（以度为单位），除非旋转半径为零；在这种情况下，终止角定义镜头单位下的终止 x 坐标。	所有面	0
5	区域 1 鳞甲面。第一个区域的起始角和终止角之间的鳞甲面个数。	所有面	0
4+n	区域 n 鳞甲面。第 n 个区域的起始角和终止角之间的鳞甲面个数。面编号：所有面为面 0。	所有面	0

[鳞甲菲涅尔径向](Tabulated Fresnel Radia)

此物体与表格鳞甲面径向物体几乎相同。主要区别在于径向对称表面是平滑面，而不是鳞甲面。此外，点最大数目扩大至 50,000。有关此类型的物体和鳞甲物体文件格式的描述，请参

阅“鳞甲径向”。面编号：所有面为面 0。

[Toroidal 全息](Toroidal Hologram)



Toroidal 全息由矩形、圆形或椭圆形透镜构成，透镜前后表面可能具有 Toroidal 非球面属性、在前表面是光学制造全息。Toroidal 面通过 YZ 平面的曲线进行定义，通过将该曲线围绕平行且距离 Y 轴为 R 的旋转轴旋转形成。旋转半径可自己定义。YZ 平面的曲线定义如下：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12}$$

其中，c 为 YZ 平面上曲线的半径倒数。

前面的全息图以类似于全息图 1 和全息图 2 序列模式中表面模型的方式定义（有关这些表面的说明，请参阅“全息图 1”）。Toroidal 全息图由 32 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	y 方向的透镜径向高度。	NA	NA

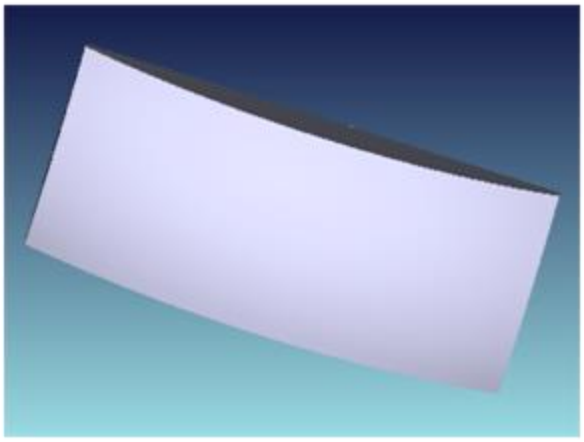
2	X 半宽。如果此参数为零，则透镜的外边界是圆形，并且径向尺寸等于径向高度。如果此参数为正，则透镜的外边界是矩形。如果此参数为负，则透镜的外边界是椭圆形。	NA	NA
3	沿局部 Z 轴的透镜厚度。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6、7、8	前表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	前面	1
9-14	前表面的 y 光焦度系数。	前面	1
15、16、17	后表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	后面	2
18-23	后表面的 y 光焦度系数。	后面	2
24	全息图类型。用 1 表示全息图类型 1（两个光源都聚焦/发散）或用 2 表示全息图类型 2（一个光源聚焦，另一个光源发散）。请参阅“全息图 1”。	前面	1
25	级次：要使用的衍射级次。可以指定多个级次，请参阅“衍射选项卡”。	前面	1
26	构造波长：用于制造全息的波长（以微米为单位）。	前面	1
27-32	相对于全息前面顶点的结构点的 X、Y 和 Z 坐标，以镜头单位表示。	前面	1

要使任意 4 半径无限大；可以将值设置为零。注意，如果将旋转半径设置为零，结果为柱面透镜。如果级次为零或光线在全息内部全反射，则不计算任何全息衍射。

有关衍射物体的重要信息，请参阅“从 NSC 物体衍射”。

参考坐标在前表面的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，所有其它面为面 0。

[Toroidal 透镜](Toroidal Lens)



Toroidal 透镜由矩形、圆形或椭圆形透镜构成，透镜前后表面可能具有 Toroidal 非球面属性的。Toroidal 面通过 YZ 平面的曲线进行定义，通过将该曲线围绕平行且距离 Y 轴为 R 的旋转轴旋转形成。旋转半径可自己定义。YZ 平面的曲线定义如下：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14}$$

其中，c 为 YZ 平面上曲线的半径倒数。

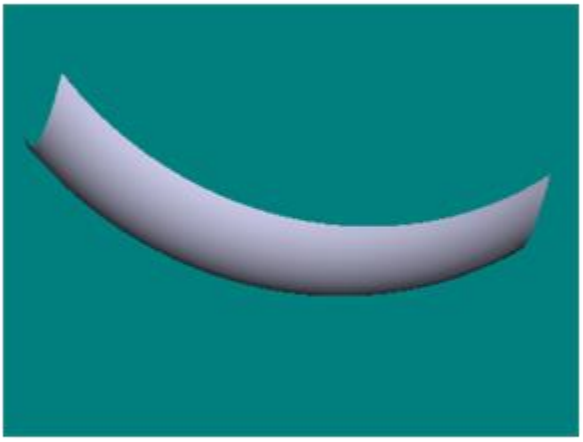
Toroidal 透镜由 23 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	Y 方向的透镜径向高度。	NA	NA
2	X 半宽。如果此参数为零，则透镜的外边界是圆形，并且径向尺寸等于径向高度。如果此参数为正，则透镜的外边界是矩形。如果此参数为负，则透镜的外边界是椭圆形。	NA	NA
3	厚度	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6、7、8	前表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	前面	1
9-14	前表面的 y 光焦度系数。	前面	1
15、16、17	后表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	后面	2
18-25	后表面的 y 光焦度系数。	后面	2

要使旋转半径或曲率半径无限大，可以将值设置为零。如果将旋转半径设置为零，请注意建模结果为柱面。

参考坐标在前表面的中心。面编号：前表面为面 1，后表面为面 2，侧面为面 0。

[Toroidal 面](Toroidal Surface)



Toroidal 面由矩形表面组成，表面可能具有 Toroidal 非球面形状。Toroidal 面通过 YZ 平面的曲线进行定义，通过将该曲线围绕平行且距离 Y 轴为 R 的旋转轴旋转形成。旋转半径可自己定义。YZ 平面的曲线定义如下：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14}$$

其中，c 为 YZ 平面上曲线的半径倒数。

Toroidal 面由 14 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 半宽，以镜头单位表示。	所有面	0
2	以镜头单位表示的 Y 半宽。	所有面	0
3 - 4	未使用。	所有面	0

5、6、7	表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	所有面	0
8 - 14	表面的 y 光焦度系数。	所有面	0

要使旋转半径或曲率半径无限大，可以将值设置为零。如果将旋转半径设置为零，请注意建模结果为柱面。

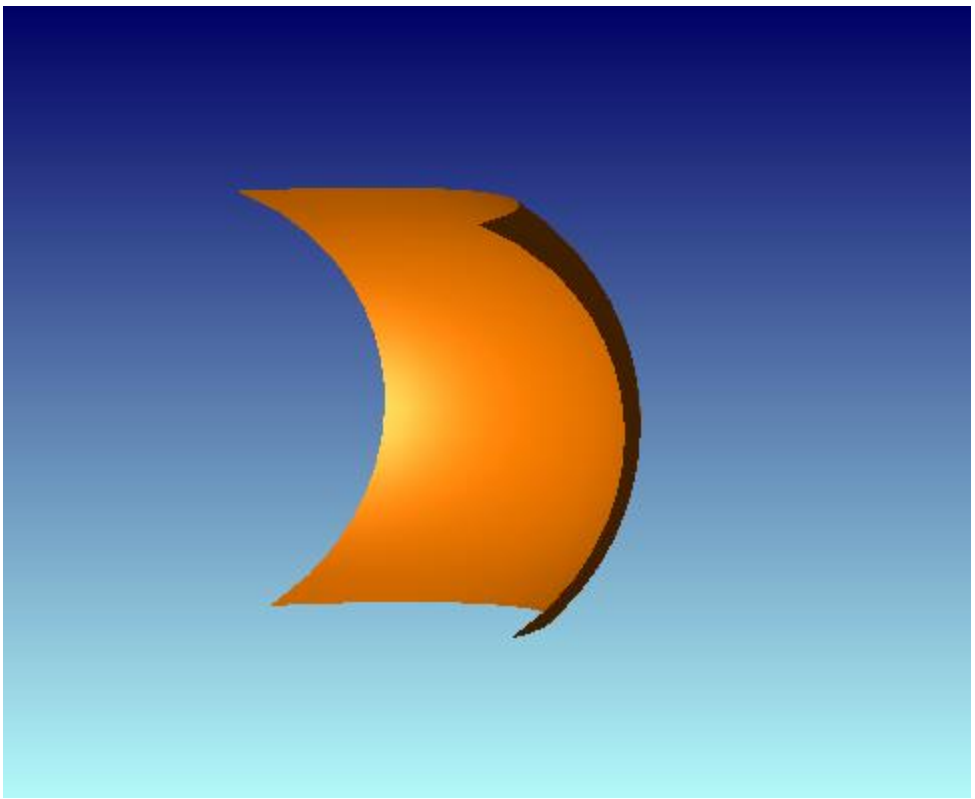
参考坐标在前表面的中心。面编号：所有面为面 0。

[Toroidal 面奇次非球面](Toroidal Surface Odd Asphere)

Toroidal 面奇次非球面由矩形表面构成，表面可能具有 Toroidal 非球面形状。Toroidal 面奇次非球面与 Toroidal 面类似，但包括最多 y^8 的奇次非球面项。Toroidal 面通过 YZ 平面的曲线进行定义，通过将该曲线围绕平行且距离Y轴为R的旋转轴旋转形成。旋转半径可自己定义。此表面的 YZ 平面中的曲线定义如下:

$$Z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y + \alpha_2 y^2 + \alpha_3 y^3 + \alpha_4 y^4 + \alpha_5 y^5 + \alpha_6 y^6 + \alpha_7 y^7 + \alpha_8 y^8$$

其中，c 为 YZ 平面上曲线的半径倒数。



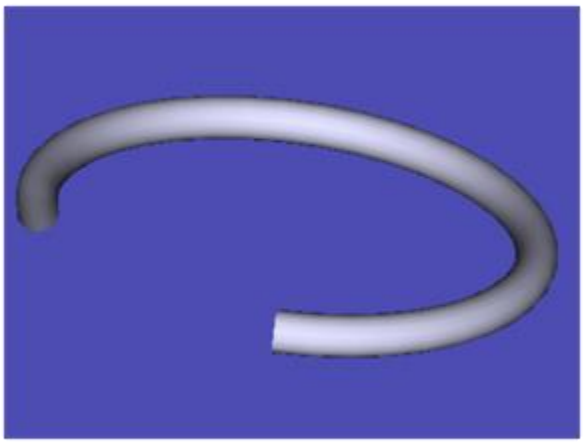
表面由 13 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 半宽，以镜头单位表示。	所有面	0
2	以镜头单位表示的 Y 半宽。	所有面	0
3 - 4	未使用。	所有面	0
5、6、7	表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	所有面	0
8 - 15	表面的 y 光焦度系数。	所有面	0

要使旋转半径或曲率半径无限大，可以将值设置为零。如果将旋转半径设置为零，请注意建模结果为柱面。

参考坐标在前表面的中心。面编号：所有面为面 0。

[Torus 面](Torus Surface)



Torus 面围绕移位轴旋转的圆环。围绕移位轴的旋转可能超过全 360 度；或 360 度以内的其他角。此物体可以用来对光纤或弯曲光管进行建模。另请参阅用来对折射实体 Torus 形状进行建模的 Torus 体的详述。

Torus 面由 4 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	围绕旋转轴 Y 的旋转半径，R。	所有面	0
2	圆的半径，r。	所有面	0
3	Torus 面的起始角，θ1。	所有面	0
4	Torus 面的终止角，θ2。	所有面	0

圆位于 YZ 平面，且圆的中心为 x = 0、y = 0 和 z = R。圆的此位置与旋转角 θ = 0 相对应。围绕 Y 轴的旋转角度必须满足以下条件：

$0 \le \theta_1 \le \theta_2 \le 360$

此外，还限制 R > r；否则，将不会生成闭合体或平滑表面。基准坐标为旋转轴的中心。面编号：所有面为面 0。

[Torus 体](Torus Volume)

此物体除 Torus 面的端部闭合以形成实体以外基本上与 Torus 面相同。因此允许对物体折射材料进行定义。有关详细信息，请参阅 Torus 面的描述。面编号：起始角端面为面 1，终止角端面为面 2，所有其它面为面 0。

[三角锥](Triangular Corner)



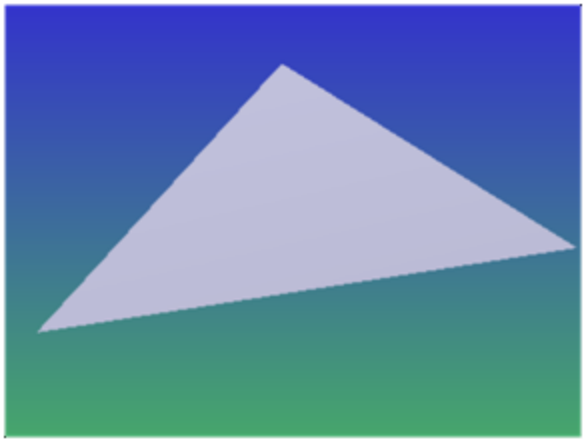
三角锥由 1 个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	三角面短边的全宽。	所有面	0

三角锥由在 90 度相遇的 3 个三角面定义。在正 XY、XZ 和 YZ 平面中对齐三角面。每个表面都是一个 45-45-90 三角面，其中两个短边由参数 1 指定。

参考点为 3 个三角面接触的点。面编号：所有面为面 0。

[三角面](Triangle)



三角面由 XY 平面中的 3 个点定义，总共使用 6 个参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	顶点 1 的 X 坐标。	所有面	0
2	顶点 1 的 Y 坐标。	所有面	0
3	顶点 2 的 X 坐标。	所有面	0
4	顶点 2 的 Y 坐标。	所有面	0
5	顶点 3 的 X 坐标。	所有面	0
6	顶点 3 的 Y 坐标。	所有面	0

参考点 (0, 0, 0) 为坐标原点，并不是三角面的一部分；取决于为顶点给出的值。面编号：所有面为面 0。

[用户自定义物体](User Defined Object)

可以通过多种方法创建用户自定义物体。对于由简单多边形构成的物体（如由多个平面构成的棱镜或其它形状），请参阅“多边形物体”。用户自定义物体也可以在外部 CAD 程序中定义，然后将其导入 OpticStudio，请参阅“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”和“CAD 零件：STL”。此外，还有适用于渐变折射率介质（“定义渐变折射率介质用于非序列光线追迹”）、表面散射属性

（“散射”）、体散射属性（“体散射”）和衍射（“定义 DLL 用在衍射表面分裂光线”）的其它用户自定义方法。

本部分中所述的用户自定义物体的创建方法涉及到用户提供的外部程序的使用，称为动态链接库或 DLL。使用 DLL（而不是上面列出的方法）定义物体的优点如下：

-使用 DLL 定义物体通常比从 CAD 程序导入物体的光线追迹速度快，而且数值精度更高。

-与只具有平面的多边形物体不同，可以在一个物体中组合任意数量的复杂的弯曲面型。

-物体可以具有反射和折射曲面的混合，并且面名称由用户自定义。

-DLL 描述为固有参数，这意味着物体是在修改任何定义属性时重新动态生成。这允许进行交互设计、修改以及优化。

-支持包括对复振幅反射和透射系数的详细控制，用户可以自定义膜层数据。膜层数据可以随光线位置、余弦或物体坐标不同。

在 DLL 中包含了物体的完整定义。DLL 可计算下列数据：

-计算有关物体的基本数据，如判断是实体还是空壳，以及所有使用参数的名称。

-确定组成物体形状的三角面列表。这些三角面用于渲染物体并且为光线追迹提供“第一次猜测结果”。

-准确计算光线与表面交点。实际上，OpticStudio 已经包含此代码的大部分算法；DLL 只需要找到准确的光线与表面交点并给出非常接近的结果。OpticStudio 可以处理非序列光线追迹、嵌套、折射、反射、衍射、光程和散射等的逻辑计算。

-物体使用由用户自定义的膜层数据（如果需要）。DLL 或 OpticStudio 可以计算膜层数据。

-在第一次创建物体时用于各种自由参数的起始“安全”数据。

DLL 必须包含两个函数：

UserObjectDefinition

UserParamNames

调用 UserObjectDefinition 函数以创建组成物体形状的三角面列表。OpticStudio 对三角面执行非序列光线追迹以确定近似交点位置（如果需要）。在找到近似交点后，再次调用 UserObjectDefinition 函数以确定确切的交点。这项功能是通过所有采样物体 DLL 光源文件中提供的迭代过程来实现。单个物体可以包含多个复杂的曲面，且每个曲面都拥有自己的函数定义和迭代过程。

了解使用物体 DLL 的最好方法是学习现有的 DLL，并根据需要进行修改。OpticStudio 提供的示例 DLL 包括有关数据格式和 DLL 函数的大量文档和注解；请参阅其中的示例物体代码文件作为练习。

所有物体 DLL 都必须存放在 <program>\DLL\Objects 文件夹中。

面编号：所有面都具有用户自定义面编号。

如果您需要用户自定义物体 DLL，但不希望自己编写 DLL，请联系 OpticStudio 技术支持获取可满足自定义需求的 DLL 开发报价。我们在开发光线追迹算法方面拥有丰富的经验，并且通常可以在非常短的时间内以少量成本编写用户自定义 DLL 代码。

示例物体 DLL

OpticStudio 提供了以下示例物体 DLL 和源代码。

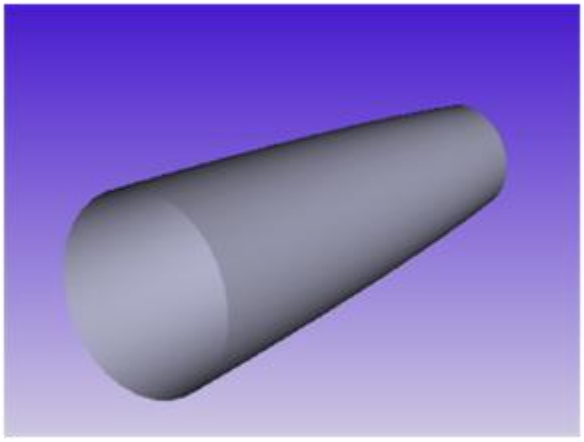
示例物体 DLL

CoatingSample	矩形表面，在 x 和 y 方向具有用户自定义尺寸。此示例 DLL 显示了如何实现用户自定义膜层数据。在半径为“a”的圆的外部，此矩形的透射率为 1.0，且用户自定义值在圆内。
EllipticalVolume	椭圆形实体，在 x、y 和 z 方向具有用户自定义尺寸。此 DLL 演示了如何创建组成近似物体形状的三角面列表，对物体表面命名，以及任意表面描述函数和精确的光线-表面迭代。

HalfCylinder　　半圆柱体，具有用户自定义半径和长度。此 DLL 演示了如何创建组成近似物体形状的三角面列表，对物体表面命名，

以及任意表面描述函数和精确的光线-表面迭代。

[Wolter 面](Wolter Surface)



Wolter 面是由以下参数定义的径向对称壳物体：

参数#	描述	面名称	面#
1	沿 Z 轴的长度。	所有面	0
2	Z = 0 的径向孔径，R0。	所有面	0
3	以度表示的角度。	所有面	0
4-7	Z^2、Z^3、Z^4 和 Z^5 的多项式系数。	所有面	0

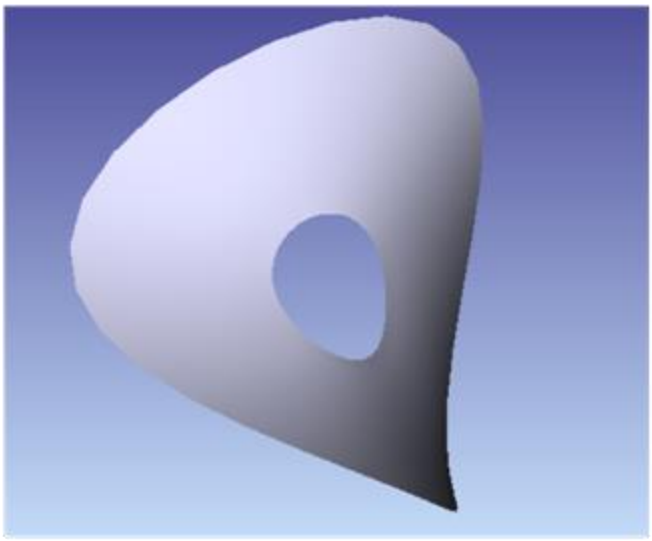
物体在 Z = 0 开始，并在指定长度结束。

Wolter 面通常用于 X 射线望远镜光学器件。此表面为空壳，且可以嵌套在其它壳内。壳具有一个半径，即由以下表达式给出的 z 坐标的函数：

$$R^2(z) = R_0^2[1 + 2z\tan\theta + a_2z^2 + a_3z^3 + a_4z^4 + a_5z^5]$$

面编号：所有面为面 0。

[Zernike 面](Zernike Surface)



Zernike 面由以下矢高方程式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8} \alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，c 为表面的曲率，k 为圆锥系数，α 项为非球面系数，N 为级数中 Zernike 系数的数目，A_i 为第 *i* 个 Zernike Standard 多项式的系数，r 为以镜头单位表示的径向坐标，ρ 为（可选偏心）归一化径向坐标，φ 为（可选偏心）角坐标。在“Zernike Standard 系数”中提供的表格中定义了 Zernike Standard 多项式。此表面支持最小和最大径向孔径；因此可以定义环形面。

以下参数用于定义 Zernike 面：

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	所有面	0
2	圆锥系数 k。	所有面	0
3	最大径向孔径，以镜头单位表示。此外，此孔径还可用于对 Zernike 多项展开式中使用的径向坐标归一化，除非最小径向孔径为负，请参阅下文。	所有面	0
4	最小径向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。如果此值为负，则将最小径向孔径设置为零，并将参数的绝对值用作归一化半径。此功能允许归一化半径与最大径向孔径不同。	所有面	0
5-6	Zernike 项相对于非球面基面的偏心，以镜头单位表示。	所有面	0
7-14	偶次径向非球面系数 α。	所有面	0
15	用于 Zernike 展开式的项数（最多 321 项）。	所有面	0
16-246	Zernike 系数。	所有面	0

面编号：所有面为面 0。此物体支持用户自定义孔径，请参阅“用户自定义孔径”。

[非序列光源](Non-Sequential Sources)

光源包括点、椭圆、矩形、实体、数据文件和用户自定义类型。可以将任何光源放置在任何物体内部，或者不放置在任何物体内，但不能同时放置在物体内部或外部（光源不能跨越物体边界）。

NSC 光源总结

衍射光源	具有定义的 UDA 的远场衍射图样的光源。

二极管光源	具有独立 X/Y 分布的二极管阵列。
DLL 光源	由用户提供的外部程序定义的光源。
椭圆光源	可以从虚拟光源点发射光线的椭圆形表面。
EULUMDAT 文件光源	由 EULUMDAT 格式文件中的灯数据定义的光源。
灯丝光源	螺旋灯丝形状的光源。
文件光源	已在文件中列出其光线的用户自定义光源。
高斯光源	具有高斯分布的光源。
IESNA 文件光源	由 IESNA 格式文件中的灯数据定义的光源。
导入光源	由导入物体的形状定义的光源。
物体光源	由其它物体的形状定义的光源。
点光源	辐射成圆锥形的点光源。圆锥可以是零宽度，或者扩展到完整球面（如果需要）。
径向光源	基于任意强度与角度数据的样条拟合的径向对称光源。
光线光源	与方向余弦相一致的点光源。
矩形光源	可以从虚拟光源点发射光线的矩形表面。
管光源	圆柱管形状的光源。
双角光源	光线由矩形或椭圆形表面发射到在 X 和 Y 方向具有不同角度的圆锥体区域。
圆柱体光源	形状为具有椭圆形截面的圆柱体的体光源。
椭球体光源	椭圆体形状的光源。
矩形体光源	形状为矩形的体光源。

适用于所有光源物体的参数

所有光源类型物体都具有参数 1 至 5 的相同定义。这些参数为：

参数#	定义
1	输出光线条数：定义在创建视图时从光源发射的随机光线数。
2	分析光线条数：定义在进行分析时从光源发射的随机光线数。
3	能量（单位）：能量是所定义光源范围内的总光能量。能量单位根据系统光源单位进行指定。有关详细信息，请参阅“光源单位”。
4	波数：当追迹随机光线时要使用的波数。零表示多色；可以随机选择具有在波长编号数据编辑器中定义的权重的光线波长。
5	颜色数：绘制来自此光源的光线时要使用的线条颜色。如果为零，则将选择默认颜色。其它参数都具有光源类型特定含义，如在以下部分中所述。

将光源放置在物体内部

默认情况下，OpticStudio 假设将光源放置在非序列组的全局介质中。但是，可以将光源完全放置在任何实体内部，或者任何数量的嵌套实体内部。必须将在 NSC 编辑器中的光源前面的光源放置在物体内部。将光源正确放置在实体内部需要执行两个步骤：

1) 必须正确设置光源位置和大小，以使得所有光线都是从物体内部发出。这意味着光源不能延伸至其所放置物体的外部。

2) 必须使用光源的“在…内部”数据栏中的数据来定义放置光源的物体。可以通过两种方法定义放置光源的物体位置：通过绝对参考或相对参考坐标系。

如果在“在…内部”数据栏中指定大于零的正数，则光源在指定物体内部。这是“绝对”参考物体。如果“在…内部”数据栏中物体编号为负数，则光源通过将当前物体编号与“在…内部”物体负的编号值相加来确定在哪个编号的物体内部。这是“相对”参考物体。例如，如果光源物体 8 的“在…内部”值为 -3，则必须将光源放置在物体 5 内部，因为 8 - 3 = 5。在复制和粘贴多个光源和物体组时，相对参考物体非常有用；如果组中的所有光源和物体都将

该组中的第一个物体作为相对参考，则这是复制和粘贴多个光源与物体时最简单的方法。如果将光源放置在一个物体内部，同时此物体已嵌套在另一物体内部，则第一个物体必须在其“在…内部”数据列中输入第二个物体编号。如果嵌套物体有多层嵌套，则每个物体必须将已放置在其内部的物体编号输入到“在…内部”数据列中。所有这些嵌套定义可以是绝对，相对或两者的混合。

在 NSCE 中列出光源及物体的顺序是，必须将光源放置在内部包含光源的所有物体后面。

[添加新光源类型](Adding New Source Types)

如果未列出所需的光源，请联系技术支持人员，建议将新的类型添加到 OpticStudio。一些简单的光源（如朗伯面）可以通过任一种光源类型辐射到朗伯散射表面进行模拟。许多其他物体也可用作探测器，如可以将任何多边形物体用作探测器。有关更多详细信息，请查阅用于用户自定义光源的光源 DLL 和光源文件。

[衍射光源](Source Diffractive)

衍射光源使用夫琅禾费衍射理论计算孔径中的波前，然后使用此波前为其生成的光线提供一组方向余弦。光线起始坐标的空间分布在孔径中随机分配。为所有光线分配相同的强度值。将这些值的总和归一化为光源总能量（由参数 3 定义）。孔径由在“物体属性”窗口的“类型”选项卡中选择的 UDA 文件定义；孔径的缩放也可以在此处定义。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	采样：定义采样的整数值。输入 1，最大输入为 9 表示 8192x8192 格点采样。

夫琅禾费衍射

有关夫琅禾费衍射理论的简短描述，请参阅“夫琅禾费衍射”。有关此光源的更多详细讨论，请参阅 OpticStudio 知识库 (http://www.zemax.com/support/resource-center/knowledgebase) 中标题为“Discussion of the FFT method and sampling issues”的文章。有关采样问题的重要信息，请参阅“关于 FFT 方法和采样问题的详述”。

使用 LightningTrace

LightningTrace 不支持此光源类型。

[二极管光源](Source Diode)

二极管光源模型可以用来定义一个二极管、二极管的一维阵列和二极管的二维阵列。每个二级管都具有由以下公式给出的强度分布：

$$I(\theta_x, \theta_y) = I_o e^{-2\left(\left(\frac{\theta_x}{\alpha_x}\right)^{2G_x} + \left(\frac{\theta_y}{\alpha_y}\right)^{2G_y}\right)}$$

其中，α_x 为 XZ 发散角（以度表示），G_x 为 X 方向的“超高斯”因子，下标值 Y 相应的定义与此类似类似。注意，如果 G_x 为 1.0，则生成典型的高斯分布。G_x 和 G_y 均必须同时大于或等于 0.01 且小于或等于 50.0。

大多数激光二极管制造商指定远场发散角作为半能量分布全宽处的角度 θ_{fwhm} 。对于真实的高斯分布 ($G_x = 1$)，应将方程式的左边设置为 1/2 I_0，将 θ_y 设置为零，用 ½ θ_{fwhm} 代替 θ_x，然后对由以下公式给出的 α_x 进行求解：

$$\alpha_x = \frac{\theta_{fwhm}}{\sqrt{2\ln(2)}}$$

或

$$\alpha_x = (0.8493218)\theta_{fwhm}$$

例如，具有 θ_{fwhm} 的二极管在 x 方向为 10 度，α_x 的值将为 8.493218 度。类似转换也适用于 y 方向。

也可以定义像散项。此值必须为正数，并且表示从 XZ 分布测量处沿局部 Z 轴的距离。在 Z = 0 的局部 XY 平面，所得到的光线图形为方向沿局部 X 轴的直线。

如果需要多个二极管，则可以定义 x 方向个数，y 方向个数、δx 和 δy 间距。将会在 x 和 y 方向围绕局部坐标原点对称放置二极管。

如果像散项为零，则光线从一个点，或从一条线或者从一个矩形区域发出。光线光源点的空间分布由以下公式给出：

$$I(x,y) = I_o e^{-2\left(\left(\frac{x}{s_x}\right)^{2H_x} + \left(\frac{y}{s_y}\right)^{2H_y}\right)}$$

和

$$-W_x < x < W_x$$

其中，s_x 以镜头单位进行测量，Hx 为 X 方向的“超高斯”因子，下标值 Y 相应的定义与此类似。注意，如果 Hx 为 1.0，则生成典型的高斯分布。Hx 和 Hy 均必须同时大于或等于 0.01。如果像散项不为零，则忽略所有空间分布项。

注意，从这个模型中所使用的理论分布可以得出的角度范围是无限的。由于大于 90 度的极角是没有意义的，因此 OpticStudio 将重新对值采样，直到找到一个物理上可信的角度。当高斯

参数指定角度宽度变大时，这可能导致与方位对称分布间明显的差异。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	像散：XZ 分布的偏移距离，以镜头单位表示。
7	以度表示的 X 发散角 (αx)。
8	X 超高斯因子 (Gx)。
9	以度表示的 Y 发散角 (αy)。
10	Y 超高斯因子 (Gy)。
11-12	X/Y 方向的二极管个数。
13-14	X/Y 方向的二极管间距，以镜头单位表示。
15	发射光线的矩形区域的 X 半宽 (Wx)，以镜头单位表示。
16	X 方向空间分布的高斯宽度 (sx)。
17	X 方向空间分布超高斯因子 (Hx)。
18	发射光线的矩形区域的 Y 半宽 (Wy)，以镜头单位表示。
19	Y 方向空间分布的高斯宽度 (sy)。
20	Y 方向空间分布超高斯因子 (Hy)。

使用 LightningTrace

光源的角分布使用光源的 X 和 Y 发散角（参数 7 和 9）以及 X 和 Y 超高斯因子（参数 8 和 20）进行计算。忽略光源的大小和空间分布。因此，下列输入参数对 LightningTrace 结果不会产生任何影响：像散（参数 6）；光源的 X 和 Y 半宽（参数 15 和 18）；空间分布的 X 和 Y 高斯宽度（参数 16 和 19）；X 和 Y 空间分布超高斯因子（参数 17 和 20）。此外，LightningTrace 不会考虑此光源的阵列参数（11-14）；无论阵列参数值怎样，光源默认为单个二极管（除非在“光源”选项卡下另有定义）。如果必须对二极管阵列进行建模，则应通过“物体属性”对话框的光源选项卡下的“阵列类型”选项定义阵列。

[DLL 光源](Source DLL)

尽管 OpticStudio 提供了许多类型的内置光源，但有时对光源进行建模的最好方法是定义算法来生成具有所需属性的光线。

此外，OpticStudio 还支持用户自定义光源作为光线列表；请参阅光源文件详述。

要使用程序定义光源，必须在 Windows 动态链接库 (DLL) 中编写和编译生成随机光线的算法。OpticStudio 提供了大量 DLL，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新的 DLL。另请参阅“关于 DLL 的注解”。

光源 DLL 参数

每个 DLL 参数都可以使用 0 到 30 之间的用户自定义数据值，作为光源属性计算的参数。这些数值由 DLL 定义，且只能由 DLL 使用。

创建新的光源 DLL

DLL 必须包含两个函数：UserSourceDefinition UserParamNames

当从 DLL 建模的光源发射光线时，OpticStudio 会将光源参数、波长和其它数据传递到 UserSourceDefinition 函数。然后，使用 UserSourceDefinition 函数计算下列值：

x、y、z：光线的起始坐标

l、m、n：光线的起始方向余弦

i：光线的初始相对强度（请参阅下面的“关于光源 DLL 相对强度的注解”）

这些值会返回到 OpticStudio，用于启动光线追迹。UserParamNames 函数用于定义所有已使用的参数的名称。这些名称显示在 NSC 编辑器的光源 DLL 物体的参数列中。

了解使用光源 DLL 的最好方法是学习现有的 DLL，并根据需要进行修改。OpticStudio 提供的示例 DLL 包括各种数据格式的文档和注解；参见任何示例源代码文件，以查看具体例子。

必须将所有光源 DLL 放置在 <program>\DLL\Sources 文件夹中。

关于光源 DLL 相对强度的注解

当 OpticStudio 追迹由 DLL 生成的光线时，光线的初始能量由光线总能量给出，总能量按照进行分析的光线数量平均分配，按相对权重进行缩放。为此，必须设置由 DLL 计算的光线的相对强度，以使所需的所有分析光线的所有相对强度的平均值为 1.0。注意，应将分析光线的数量作为参数传递到 DLL。需要满足此条件，因为 OpticStudio 在生成光线和追迹任何光线之前无法归一化所有要追迹的分析光线。

对于 DLL，归一化光线的首选方法是将所有光线的相对强度设置为 1.0，然后根据光源的所需概率分布选择光线。此方法意味着选择的光线（具有位置和方向余弦）越多，则与其相对应的能量越多。执行此操作的方法很简单，并且涉及在整个空间和方向空间中整合光源，并使用归一化积分和均匀随机数生成器确定光线。示例 DLL FIBER1 介绍了该方法。

另一种方法是使用非统一光线权重。该方法首先需要 DLL 计算所需的全部光线，然后在内部归一化光线以生成平均权重 1.0。该方法在概念上比较简单，但通常效率不高。

使用 LightningTrace

LightningTrace 不支持此光源类型。

示例光源 DLL

OpticStudio 提供了以下示例光源 DLL 和源代码。

FIBER1.DLL

一种平面光纤模型。

光线从半径为 R 的平面发出。强度分布由以下公式给出：

$I(r) = A + Br^2 + C r^4$，其中

0.0 <= r <= R .

。

确定光线起始位置后，光线从表面发射到圆锥体，圆锥体的数值孔径取决于径向坐标：

NA(r) = D + Er^2 + Fr^4。

在由数值孔径定义的角锥体内部，光线分布是均匀的。参数 R、A、B、C、D、E 和 F 都在 NSC 编辑器中定义。

LAMBERTIAN_OVERFILL.DLL

这个 DLL 使用户能够将发出的满足朗伯分布的光线传播到一个虚拟的圆形孔径，并使光线充满这个孔径。从光源 DLL 到虚拟孔径的距离由“目标距离”参数来定义。该目标孔径的直径由“目标直径”参数给出。发出光线的区域可以是椭圆或矩形，这是由“光源宽度”和“光源高度”参数给出的。

光线在椭圆或矩形区域内以空间均匀分布发射。虚拟目标孔径与直圆锥对应，其顶点在光源区域的某一位置。从圆锥内均匀的角分布中选择方向作为光线方向，光线强度与圆锥的立体角成正比。圆锥体略大于目标孔径的椭圆截面，因此一些位于目标孔径外的光线可能会被终结。通常来说光线填满目标孔径内某个合适的尺寸。

[椭圆光源](Source Ellipse)

椭圆光源是可以发射光线的椭圆形（和可选环形）平面。尽管发出光线的每个原点都位于均匀分布的椭圆形的表面，但光线方向的分布可以是下列任何情况之一：

a) 所有光线似乎都是从相对于光源的任何位置放置的点发出。此点的位置在下面的参数列表中定义。使用这种模式时，光源类似成像的点光源。

b) 光线以余弦分布发出，

$$I(\theta) \approx I_o(\cos\theta)^{Cn}$$

其中指数 Cn 可以是 0 到 100 之间的任何值（包括非整数值），θ 为从局部表面法线测量的角度。指数 Cn 越大，分布就变得越窄。如果 Cn = 1.0，分布为朗伯分布。注意，此分布围绕局部 z 轴旋转对称。

c) 光线以高斯分布发出，

$$I(l,m) \approx I_0 e^{-(G_x l^2 + G_y m^2)}$$

其中 l 和 m 是光线在 X 和 Y 轴方向的方向余弦，Gx 和 Gy 是系数。此结构可以用于定义在 X 或 Y 方向不同的远场图形。Gx 和 Gy 越大，分布在各自方向变得越窄。

光线分布的性质由参数值定义。如果 Cn、Gx 和 Gy 都为零，则所有光线似乎都是从虚拟点光源发出。如果 Cn 为 1.0 或更大，则将生成余弦分布（不考虑如何设置光源距离或 Gx 或 Gy）。如果 Cn 为零，但 Gx 和 Gy 为非零，则将生成高斯分布。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	X 半宽：x 半宽，以镜头单位表示。
7	Y 半宽：y 半宽，以镜头单位表示。
8	光源距离：沿局部 z 轴从虚掩发光点点到光源物体位置的距离。此值可以是正数或负数。如果为零，则光线平行。如果为正数，则虚掩发光点在物体后面。只有当 Cn、Gx 和 Gy 均为零时考虑。
9	余弦指数：余弦项的幂。这是上述余弦分布表达式中的 Cn。当此参数不为零时，光线余弦不支持 Sobol 采样。
10	高斯 Gx：高斯分布中的 X 项。如果 Cn 不为零，可以忽略。当此参数不为零时，光线余弦不支持 Sobol 采样。
11	高斯 Gy：高斯分布中的 Y 项。如果 Cn 不为零，可以忽略。当此参数不为零时，光线余弦不支持 Sobol 采样。
12	光源 X：发出光线的点的 X 坐标。如果光源距离为零，则光源 X 参数为平行光线光束的 X 方向余弦。只有当 Cn、Gx 和 Gy 均为零时考虑。
13	光源 Y：发出光线的点的 Y 坐标。如果光源距离为零，则光源 Y 参数为平行光线光束的 Y 方向余弦。只有当 Cn、Gx 和 Gy 均为零时考虑。
14	最小 X 半宽：最小 x 半宽，以镜头单位表示。使用大于零且小于 X 半宽的值定义环形区域。当此参数不为零时，光线坐标不支持 Sobol 采

	样。
15	最小 Y 半宽：最小 y 半宽，以镜头单位表示。使用大于零且小于 Y 半宽的值定义环形区域。当此参数不为零时，光线坐标不支持 Sobol 采样。

使用 LightningTrace

如果光源是以成像的点光源进行建模的，则 X 和 Y 半宽（参数 6 和 7）以及光源 X 和光源 Y 值（参数 12 和 13）都可用于计算光源的角分布；否则，这些参数不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。光源的大小和空间分布被忽略，因此 LightningTrace 将最小 X 和 Y 半宽（参数 14 和 15）视为零。请注意，LightningTrace 不能对平行输入光束进行建模；如果光源距离（参数 8）、余弦指数（参数 9）以及 X 和 Y 高斯项（参数 10 和 11）都为零，则 LightningTrace 将为光束返回零光通量。

[EULUMDAT 文件光源](Source EULUMDAT File)

此光源是由真实灯具的实测光数据定义的，文件格式为特定格式（通常称为 EULUMDAT 格式）。文件扩展名必须为 LDT，且必须将文件放置在 <data>\Ob- jects\Sources\EULUMDAT 文件夹中（参阅“文件夹”）。尽管 LDT 文件通常包含灯的总光通量，但要与其它 OpticStudio 光源模型保持一致，灯具的总光通量是可由用户自定义的参数。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。

使用 LightningTrace

LightningTrace 完全支持此光源类型。

[灯丝光源](Source Filament)

可以将灯丝光源看作是螺旋形状卷绕的细金属丝。线圈在沿全局 Z 坐标长度“L”上旋转“N”次。线圈的半径由“R”定义。光线从螺旋线上随机的点处沿随机方向发出。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	以镜头单位表示的长度“L”。
7	以镜头单位表示的半径“R”。
8	线圈数“N”（无量纲）。N 可以是分数或甚至负数，用于翻转螺旋的旋转方向。

螺旋的轴和长度 L 的方向都是沿 Z 轴。

使用 LightningTrace

光源的角分布是均匀的，即同点光源相同。忽略光源的大小和空间分布。因此，半径（参数 7）和线圈数（参数 8）值都不会对 LightningTrace 结果产生任何影响，灯丝长度（参数 6）对结果的唯一影响是将 LightningTrace 网格的中心定位在灯丝的轴心。

[文件光源](Source File)

文件光源中光线的坐标、余弦和强度都是由用户提供的文件中进行定义的。必须将包含光线数据的文件名称放置在物体的注解列中。文件扩展名可以为 DAT 或 SDF，且必须将文件放置在 <data>\Objects\Sources\Source Files 文件夹中（参阅“文件夹”）。推荐扩展名为 SDF， DAT 文件支持向后兼容。文件格式可以为文本或二进制，两种格式都在下文进行了介绍。

扩展名为 CRS 的特定光线也可以用作光源文件对象。有关详细信息，请参见特定光线生成器

中的讨论。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	随机？：如果设置为零，则通常按照文件中列出的顺序追迹光线。如果设置为非零，当读取文件，或 NSC 编辑器中光源物体的任何参数发生变化和更新光源时，则可以随机选择一次光线顺序。随机功能只有在文件中的光线总数小于内存中保存的光源光线的最大数时才可用。超过保存在内存中的光源光线的最大数的文件由于文件太大而无法保存在内存中，并且无法随机化。如下所述，按照要求应部分读取这些大文件。保存在内存中的光源光线的最大数是用户自定义参数；请参阅“光线文件在内存中的最大光线数目”。
	对于参数 7、8 和 9，显示的数据仅基于从光源文件读取的分析光线条数，可以小于文件中的光线总数。
7	能量/流明 在文件里：此参数的值仅供参考，在读取文件后由 OpticStudio 设置，且用户不得更改或设置。此字段的作用如“二进制光源文件格式”中的定义，与“仅通量”和“光谱颜色”格式不同。 对于仅通量格式文件： 此参考值是由文件中的光线定义的当前光源单位的总光能量。只考虑对分析的光线数执行此能量计算。如果当前光源单位为光度单位（流明），则应将光源文件中的能量（以瓦为单位）转换为在参数 4 值中为光源文件定义的单色波长的光度单位。注意，如果光源为多色，则不能通过任何方法将能量（以瓦为单位）转换为流明，因为波长是随机分配的，如“适用于所有光源物体的参数”中所述。如果光源为多色，则可以将此参数设置为零。每条光线的实际光通量由上面的参数 3（追迹光线的数量）定义，每条光线的相对能量在光源文件中定义。 对于光谱颜色格式文件： 每条光线的波长在文件中定义，并且这些波长将用于追迹光线，无论在 NSC 编辑器中如何设置波长参数。即使此光源为多色光源，能量/流明值仍将有效，，并且在文件中定义的实际光通量和波长用于确定当前光源单位下的总能量。

8-9	这些值仅供参考，在读取文件后由 OpticStudio 设置，且用户不得更改或设置。这些参考值是光源的最小和最大波长（以微米为单位）。对于光谱颜色格式文件，这些值从文件中读取。对于仅通量格式文件，这些值由为光源定义的系统波长或颜色光谱（如果有）确定。请参阅“定义光源颜色和光谱含量”。

文本与二进制格式文件

目前，允许文本文件的最大光线数为 1,000,000。如果在文本光源文件中定义的光线数超过 1,000,000，则 OpticStudio 将自动把文本格式文件转换为二进制格式文件。将会重命名原始文件，扩展名为“.OLD”，并且将会使用与原始文件相同的名称创建新的二进制 SDF 文件。转换完成后，可以选择保存或删除旧文件。即使追迹数十亿条光线，执行此转换可节省磁盘空间（二进制文件的大小只有文本文件的约 30%）、加载时间（二进制文件读取速度比文本文件快约 20 倍）和系统内存（可以将大的二进制文件保留在磁盘上，因此需要很少的 RAM）。

光源文件物体的内存要求

对于文本和二进制格式文件，如果要追迹的光线总数小于内存中的光源光线最大数，则 OpticStudio 将光线存储在系统内存中以最大限度提高速度。这需要为每条光线提供大约 32 字节的内存，或者对于 1,000,000 条光线最多需要 32 Mb 的内存。如果光线的总数大于内存中的光源光线的最大数，OpticStudio 将光线数据保存在磁盘上，并根据需要读取文件。这需要较少的内存，并允许 OpticStudio 追迹大量的光线，光线数量只由系统文件存储容量限制。保存在内存中的光源光线的最大数是由用户自定义的；请参阅“光线文件在内存中的最大光线数目”。

关于选择光线数量的限制

在使用光源文件时，对输出光线和分析光线的数量值存在限制：

- 分析光线的数量必须等于或大于输出光线的数量。将分析光线的数量设置为在 NSC 编辑器中输入的两个数字中的较大值。

- 分析光线和输出光线的数量不得超过在文件中定义的光线数量。

二进制光源文件格式

二进制光源文件包含标题结构，格式如下：

```
typedef struct
{
int Identifier; // Format version ID, current value is 1010
unsigned int NbrRays; // The number of rays in the file
char Description[100]; // A text description of the source
float SourceFlux; // The total flux in watts of this source
float RaySetFlux; // The flux in watts represented by this Ray Set
float Wavelength; // The wavelength in micrometers, 0 if a composite
float InclinationBeg, InclinationEnd; // Angular range for ray set (Degrees)
float AzimuthBeg, AzimuthEnd; // Angular range for ray set (Degrees)
long DimensionUnits; // METERS=0, IN=1, CM=2, FEET=3, MM=4
float LocX, LocY,LocZ; // Coordinate Translation of the source
float RotX,RotY,RotZ; // Source rotation (Radians)
float ScaleX, ScaleY, ScaleZ; // Currently unused
float unused1, unused2, unused3, unused4;
int ray_format_type, flux_type;
int reserved1, reserved2;
```

```
} NSC_RAY_DATA_HEADER;
```

数据类型 float、int 和 unsigned int 都是 32 位类型。标识符定义文件格式，目前为 1010。尽管 OpticStudio 仅以当前格式写入文件，但 OpticStudio 通常还可以读取旧格式。OpticStudio 只使用 NbrRays、DimensionUnits、ray_format_type 和 flux_type 参数。忽略其它数据。

NbrRays 定义的文件中的最大有效数为 40 亿（4,000,000,000 条光线）。超过此数字可能会导致 OpticStudio 读取数据文件出现问题。对于仅通量格式，ray_format_type 必须为 0；对于光谱颜色格式，ray_format_type 必须为 2（下面定义了两种格式）。不支持其它格式类型。当且仅当 ray_format_type 为 0，则 flux_type 为 0 表示瓦，为 1 表示流明。对于光谱颜色格式，光通量必须以瓦为单位，波长必须以微米为单位。下面定义了在光线结构中使用的光通量和波长的值和单位。

请注意，使用光谱颜色格式时，无论怎样定义系统波长，OpticStudio 将始终以文件中定义的波长追迹光线。

标题后面紧跟 NbrRays 光线结构。光线结构格式取决于光线格式类型。对于仅通量格式，光线结构为：

```
typedef struct

{

float x, y, z;

float l, m, n;

float flux;

} FLUX_ONLY;
```

对于光谱颜色格式，光线结构为：

```
typedef struct
{
float x, y, z;
float l, m, n;
float flux, wavelength;
} SPECTRAL_COLOR;
```

OpticStudio 可以读取仅通量格式或光谱颜色格式。当根据光线追迹数据生成光源文件时，OpticStudio 仅使用光谱颜色格式（参阅“光线数据库查看器”部分中的“保存物体 n 上的光线”有关详述）。

文本光源文件格式

文本光源文件包含一行标题数据，其中仅具有的两个整数，结构如下：

```
number_of_rays dimension_flag
```

number_of_rays 表示文件中的光线的总数。dimension_flag 为 0 表示米，为 1 表示英寸，为 2 表示厘米，为 3 表示英尺，为 4 表示毫米。

文件中的剩余行的格式如下：

```
x y z l m n intensity wavelength
```

假设以“!”符号为开头的任何行都为注释行，且将其忽略。可以使用文本格式在单个文件中定义任意数量的光线。但是，如果光线的数量超过 1,000,000，OpticStudio 会在第一次打开光

源文件物体的文件时会自动将文件转换为二进制格式。有关此转换的详述，请参阅“文本与二进制格式文件”。但是，波长参数（如果存在）为可选，将始终以定义的波长（以微米为单位）追迹光线，并且将按照二进制文件格式详述中的光谱颜色格式所述处理光源文件。

光源文件中的强度归一化

每条光线可以具有不同的相对强度。如果每条光线的相对强度值不是 1.0，则会发生归一化，如下所述。

当第一次将光源文件加载到内存时，会将每条光线的强度进行相加，然后归一化到平均强度。如果将光源的总通量定义为一定数量（以瓦为单位），则可以追迹一部分光线，并且其强度将生成近似值，但并不完全是总通量。生成任意部分的光线都需要归一化为所需的总光通量的近似值。

使用 LightningTrace

光源的角分布通过在第一次读取文件后为光源创建远场图来确定。此图存储在位于与光源文件相同的文件夹的 FFD 文件中。远场图是使用光源中的所有光线创建的，因此“随机？”设置的值（参数 6）不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。光源的大小和空间分布被忽略。

[高斯光源](Source Gaussian)

高斯光源是近似从点光源发出的光线，具有高斯分布。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	光束大小：强度为 1 比 e^2 处的光束半径，以镜头单位表示。
7	位置：从光线的发散角虚掩发光点到光源平面位置的距离。如果为零，则光线平行。

使用 LightningTrace

光源的角分布通过使用光束大小（参数 6）和位置（参数 7）计算光源的远场发散角来确定。但是，光束的物理大小由未使用的光束大小给出，这是因为光源的大小和空间分布被忽略。

[IESNA 文件光源](Source IESNA File)

此光源是由以文件中的特定格式，根据北美照明工程学会 (IESNA) 的光度数据的标准电子传输文件格式（IESNA91、IESNA LM-63-95 或 IESNA LM-63-02）定义的灯具实测光数据。文件扩展名必须为 IES，且必须将文件放置在 <objects>\Sources\IESNA 文件夹中（参阅“文件夹”）。尽管 IES 文件通常包含灯的总光通量规格，但要与其它 OpticStudio 光源模型保持一致，灯总光能量应为用户自定义参数。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。

使用 LightningTrace

LightningTrace 完全支持此光源类型。

[导入光源](Source Imported)

此光源的形状由导入的数据文件（IGES、STEP 或 SAT 格式）定义。除了要定义光线的起始位置和方向以外，光源实体没有任何属性。光线在物体上方的区域的空间中均匀分布。光线的角分布由以下公式给出：

$$P(\theta) = (\cos\theta)^x$$

其中 θ 为从指向实体外部的局部表面法线测量的角度，x 为介于 0.0 和 400.0 之间的用户自定义参数。如果 x = 0.0，光线在半球中在所有方向均以相等概率发出。如果 x = 1.0，为朗伯分布。如果 x >= 40.0，光线始终与表面正交。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	缩放。此无量纲参数可缩放整个导入实体。导入后，OpticStudio 会自动尝试缩放导入实体的尺寸以匹配 OpticStudio 中的当前尺寸；此比例因子在转换后也适用。
7	未使用。
8	余弦因子：上面介绍的余弦幂指数“x”。

使用 LightningTrace

LightningTrace 不支持此光源类型。

[物体光源](Source Object)

物体光源是根据任何其它“父”物体创建具有大小和形状的光源。可以使用 NSC 编辑器中的任何现有物体定义物体光源的形状，包括用户自定义和布尔物体。父物体属性的任何更改都将动态影响物体光源的光线的分布。父物体形状用于确定光线的起始位置和方向。光线在物体上方的区域的空间中均匀分布。光线的角分布由以下公式给出：

$$P(\theta) = (\cos\theta)^x$$

其中 θ 为从指向实体外部的局部表面法线测量的角度，

x 为介于 0.0 和 400.0 之间的用户自定义参数。如果 x = 0.0，光线在半球中在所有方向均以相等概率发出。如果 x = 1.0，为朗伯分布。如果 x >= 400.0，光线始终与表面正交。

为了获得最好效果，父物体应为实体。如果父物体为表面，则光线可以从表面的一侧或两侧辐射，取决于究竟如何定义父物体。

可以通过两种方法防止离开光源的光线立即触碰父物体。第一种方法是将物体光源设置为忽略所定义的父物体。这可以让光线忽略父物体，直到光线离开光源以后（参阅“定义忽略物体列表”）。第二种方法是定义一个比弦公差大的预传播距离，但同光线与光源本身相互作用之前可有效传播的距离相比，该距离很小（参阅“光源选项卡”）。如果要求光线与光源实体相互作用，且光源为空心或凹面，使得光线离开物体的某个部分可能会在触碰任何其它物体之前触碰光源体另一个部分，则后一种方法非常有用。

可以将物体光源与父物体分开放置。要在父物体上叠加物体光源，应将物体光源的参考物体设置为父物体（参阅“参考物体”），并将位置和倾斜值保留为零。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	父物体#。用于定义光源形状的整数物体编号。此物体编号必须在 NSC 编辑器中物体光源的物体编号之前。
7	弦公差：弦公差确定光线的起点位置精确度，并影响光源渲染效果。要从光源渲染或追迹光线，OpticStudio 会将导入的文件转换为近似形状的三角面的列表。公差是光源的单个三角面和实际表面之间的最大允许距离，以镜头单位表示。如果将公差设置为较小的值，可以添加多个三角面以获得更准确的渲染，但可能会降低速度和需要更多内存。默认值为零将使用与物体大小相关的弦公差，足以满足大多数目的。
8	余弦因子：上面介绍的余弦幂指数“x”。

使用 LightningTrace

LightningTrace 不支持此光源类型。

[点光源](Source Point)

点光源由点发出光线形成圆锥体。锥角可以是介于 0 和 180 度之间的任何值

（这将辐射成一个完整的球体）。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	锥角：以度表示的半锥角。

使用 LightningTrace

LightningTrace 完全支持此光源类型。

[径向光源](Source Radial)

径向光源由平面、矩形或椭圆形形状发射光线形成半球体。光线在此半球体中的分布是围绕局部 z 轴对称的，并由三次样条拟合任意强度与角度数据定义。点的数量可以是介于 5 和 181（包含）之间的任意整数。角度范围在指定的点数之间平均划分。每个点的数据都是光源的远场测量中与该点相对应的角度的相对强度。提供的数据会拟合三次样条。根据样条拟合生成的光线在光源远场中遵循正确的分布。

但是，请注意，如果没有提供充分的输入数据点来描述区域中的变化，则样条拟合可能无法正确描述光源的这些区域中强度急剧的变化。一个常见的示例是接近光源的角分布边界（即最小和最大角度值），如果任一这些边界的相对强度是光源的最大强度的很大一部分；则由于只有边界外部的强度为零，进而可能会导致样条拟合将无法充分表示边界处的光源强度，

导致出现很大的不连续性。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	X 半宽：x 半宽，以镜头单位表示。如果小于零，则发射区将为椭圆形。
7	Y 半宽：y 半宽，以镜头单位表示。如果小于零，则发射区将为椭圆形。
8	以度表示的最小角度。此值必须介于 0.0 和 89.9 之间。
9	以度表示的最大角度。此值必须介于最小角度加上 0.1 和 90.0 之间。
10	点数必须介于 5 和 181 之间（包含）。
11+	法线的每个角度的相对强度数据。

使用 LightningTrace

输入数据采用的光源的角分布（参数 8、9、10、11+）。忽略光源的大小和空间分布，因此 X 和 Y 半宽（参数 6 和 7）不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。

[光线光源](Source Ray)

光线光源由点沿指定方向余弦发射光线。此光源可用于调试，如使用方向余弦重新创建引起几何误差的光线。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6-8	余弦：光线的局部 X、Y 和 Z 方向余弦。这些参数都是自动归一化。
9	随机种子：如果不为零，则随机数生成器使用指定值重新生成种子。这允许随后随机生成相同的光线，但可能会重新生成属性，如在启用体散射或表面散射时。

使用 LightningTrace

LightningTrace 不支持此光源类型。

[矩形光源](Source Rectangle)

矩形光源是从虚拟光源点发出光线的矩形平面。其参数与椭圆光源参数相同，但光源的形状是矩形，而不是椭圆形。

使用 LightningTrace

请参阅椭圆光源下的描述。

[管光源](Source Tube)

管光源与圆柱体光源类似，除光线只从管表面（而非整个实体）发出以外。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	以镜头单位表示的长度“L”。
7	以镜头单位表示的半径“R”。

管的轴和长度 L 的方向都是沿 Z 轴。

管光源的局部原点位于管前表面的中心。

使用 LightningTrace

光源的角分布是均匀的，即与点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，半径值（参数 7）不会对 LightningTrace 结果产生任何影响，管长度（参数 6）对结果的唯一影响是将 LightningTrace 网格的中心定位在管的轴心。

[双角光源](Source Two Angle)

双角光源是具有椭圆形或矩形形状的平面，可以发射光线。发射每条光线的原点位于具有均匀分布的光源的表面。光线的角分布在角度空间中为均匀分布或均匀投影到遥远的平面。角分布也可以是矩形或椭圆形，每个方向都具有不同的最大半角度。

只使用两个正交角度来描述光源分布会限制可能的能量分布，因为没有明确定义在中间方位角发生的情况。为此，只有在角度小于大约 60 度，并且仅当 X 和 Y 角度之间的纵横比不超过约 4 比 1 时才可使用此光源模型。好的做法是使用极探测器测试产生的能量分布，以确认在此模型中使用近似值进而产生所需的分布。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	X 半宽：x 半宽，以镜头单位表示。
7	Y 半宽：y 半宽，以镜头单位表示。
8	以度表示的 X 半角：XZ 平面中的光线的圆锥体半角。最大 89 度。
9	以度表示的 Y 半角：YZ 平面中的光线的圆锥体半角。最大 89 度。
10	空间形状：用 0 表示矩形，用 1 表示椭圆形。
11	角形状：用 0 表示矩形，用 1 表示椭圆形。
12	均匀角：用 0 表示遥远投影平面上的均匀辐照度，或用 1 表示角度空间中的均匀。

使用 LightningTrace

光源的角分布根据 X 和 Y 半角值（参数 8 和 9）、角形状值（参数 11）和均匀角值（参数 12）确定。光源的大小和空间分布被忽略。因此，X 和 Y 半宽值（参数 6 和 7）和空间形状值（参数 10）不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。

[圆柱体光源](Source Volume Cylinder)

圆柱体光源是在 XY 平面中由椭圆形成的 3D 实体，即沿 Z 轴双向拉伸。光源实体的中心位于物体的局部原点。光线从光源实体内部的任何地方以随机方向发出，并且光线位置概率和光线方向概率都是均匀的。圆柱体内部的点满足以下关系：

$$\left(\frac{X}{W_x}\right)^2+\left(\frac{Y}{W_y}\right)^2\le 1\text{ , and }\left(\frac{Z}{W_z}\right)^2\le 1$$

其中，W 是指 X、Y 和 Z 的半宽。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。
6	X 半宽：x 半宽，以镜头单位表示。
7	Y 半宽：y 半宽，以镜头单位表示。
8	Z 半宽 z 半宽，以镜头单位表示。

使用 LightningTrace

光源的角分布是均匀的，即与点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，X、Y 和 Z 半宽值（参数 6-8）不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。将 LightningTrace 网格的中心定位在圆柱体的中心以外，上述参数 6-8 将会对 LightningTrace 结果产生影响。

[椭球体光源](Source Volume Ellipse)

椭球体光源是在 XY、XZ 和 YZ 平面中由椭圆形状形成的 3D 实体。光源实体的中心位于物体的局部原点。光线从光源体内部的任何地方以随机方向发出，并且光线位置概率和光线方向概率都是均匀的。椭圆内的点满足以下关系：

$$\left(\frac{X}{W_x}\right)^2+\left(\frac{Y}{W_y}\right)^2+\left(\frac{Z}{W_z}\right)^2\le 1,$$

其中，W 是指 X、Y 和 Z 的半宽。

在其他情况下，这些参数与圆柱体光源的参数相同。

使用 LightningTrace

光源的角分布是均匀的，即与点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，X、Y 和 Z 半宽值（参数 6-8）不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。将 LightningTrace 网格的中心定位在圆柱体的中心以外，上述参数 6-8 将会对 LightningTrace 结果产生影响。

[矩形体光源](Source Volume Rectangle)

矩形体光源是在 XY、XZ 和 YZ 平面中由矩形形状形成的 3D 实 体。光源实体的中心位于物体的局部原点。光线从光源实体内部的任何地方以随机方向发出，并且光线位置概率和光线方向概率都是均匀的。矩形内部的点满足以下关系：

$$|X|\le W_x,\ |Y|\le W_y,\ \text{and}\ |Z|\le W_z$$

其中，W 是指 X、Y 和 Z 的半宽。

在其他情况下，这些参数与圆柱体光源的参数相同。

使用 LightningTrace

光源的角分布是均匀的，即与点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，X、Y 和 Z 半宽值（参数 6-8）不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。将 LightningTrace 网格的中心定位在圆柱体的中心以外，上述参数 6-8 将会对 LightningTrace 结果产生影响。

非序列探测器

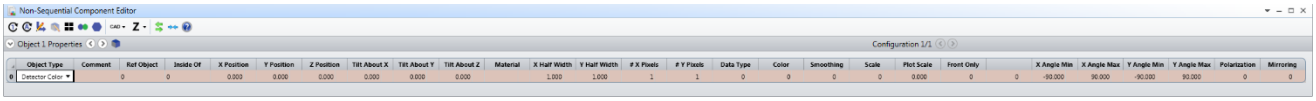
本部分介绍 OpticStudio 中的可用探测器类型。

[NSC 探测器概要](Non-Sequential Detectors)

颜色探测器	拥有任意数量像元的平面矩形探测器。此探测器可以记录并显示由三色响应定义的非相干照明数据。此外，此探测器还可以准确记录并显示照明的颜色。
极探测器	球面的一部分或完整的球面，用于收集角分布（远场）强度数据。可以将通过此探测器收集的数据导出到光源数据文件，如 IESNA 和 EULUMDAT。
矩形探测器	拥有任意数量像元的平面矩形探测器。此探测器可以记录并显示非相干、相干、点扩散函数、偏振和其它数据。从所提供的分析功能来看，这是一类最强大的探测器，但它仅限于平面矩形形状。
面探测器	在径向和角方向上具有任意数量像元的圆形或环形探测器。表面可以遵循平面、球面、圆锥非球面或非球面形状。面探测器只能记录非相干照度数据。
体探测器	在局部 x、y 和 z 方向上具有任意数量体元的矩形体。可以将体探测器嵌套在任何其它物体内部或跨越任何其它物体。此外，还可以叠加多个体探测器，光线穿过各个体元照射到所有体探测器上。
物体为探测器	可以将任意形状的大多数物体用作探测器来记录非相干照度数据。

有关更多信息，请参阅这些探测器类型的以下详细描述。

[颜色探测器物体](Detector Color Object)



颜色探测器物体存储 NSC 光源光线触碰到物体的能量和三色（可见光颜色）数据。可以在位置空间或角度空间中查看非相干光线生成的数据分布。此物体可以选择存储所有 NSC 光源光线触碰的物体的光谱分布（参阅“类型选项卡”下给出的“记录光谱数据”描述）。如果

将材料分别设置为“MIRROR”、空白或“ABSORB”，则颜色探测器物体的属性可以是反射、透射或吸收。

定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 半宽。以镜头单位表示的 x 宽。	所有面	0
2	Y 半宽。以镜头单位表示的 y 宽。	所有面	0
3	X 像元数。沿 x 方向的像元数（参阅下面的详述）。	所有面	0
4	Y 像元数。沿 y 方向的像元数（参阅下面的详述）。	所有面	0

参数 5-9 仅用于定义在实体模型图上探测器显示的方式：

参数#	描述	面名称	面#
5	数据类型：选择 0 表示照度，选择 1 表示强度。选择光度单位之后，则这些选项为光度单位下的等效量。有关选择单位的更多信息，请参阅“分析单位”。	所有面	0
6	颜色：选择 0 表示灰阶，选择 1 表示反灰阶，选择 2 表示伪色，选择 3 表示反伪色，选择 4 表示真彩。	所有面	0
7	平滑度：平滑量。该算法在“探测器查看器”中描述。	所有面	0
8	缩放：选择 0 表示线性，选择 1 表示对数 -5，选择 2 表示对数 -10，选择 3 表示对数 -15。如果将颜色设置为 4 表示真彩，则忽略此选项。	所有面	0
9	图形缩放：选择最大值以归一化要显示的颜色；这对于在多个探测器间设置共同比例非常有用。如果此值不超过显示的最大值，则可以将其忽略。	所有面	0

其余参数为：

参数#	描述	面名称	面#

10	仅在前。光线是否可从前后表面照射探测器。如果此标记为 0，则光线可能在前表面或后表面照射到探测器。如果此标记为 1，则忽略来自后面的光线，并错过探测器。在考虑任何材料之前，须应用“仅在前”标记。例如，带有标记设置为 1 和镜面材料的探测器将反射来自前面的光线，忽略来自后面的所有光线。“后”面是朝向正局部 z 轴的一面。	所有面	0
11	未使用。	NA	NA
12-15	最小和最大 x 和 y 方向角（以度为单位）。这些设置用于在显示强度时控制探测器对探测器上某个角度入射光线的灵敏度。在 x 和 y 方向默认设置为 -90.0 度至 +90.0 度，这样可以显示照射到探测器的所有光线的角数据。假设角度范围的设置涵盖一部分可能的入射角，打到探测器定义角度范围之外的光线将仅在显示强度时被忽略。	所有面	0
16	偏振标记。如果此标记为 0，则探测器忽略入射光线的偏振，并考虑所有入射光线。如果此标记为 1、2 或 3，则探测器将只考虑分别沿局部 X、Y 和 Z 方向偏振的光线的分量，并将沿这些方向的电场的相位作为光程长度的一部分。如果此标记为 4、5 或 6，则探测器将只考虑分别沿 X 和 Y、X 和 Z 及 Y 和 Z 方向偏振的光线的分量，并忽略电场的相位。如果此标记为 7、8 或 9，则探测器将只考虑分别沿局部 X、Y 和 Z 方向偏振的光线的分量，并将忽略沿这些方向的电场的相位。	所有面	0

17	镜像标记。镜像允许探测器利用入射光线的对称性。会将到达探测器的任何光线分成若干部分，并且将光线的每个部分复制到探测器的对称镜像中。如果将镜像标记设置为 0，则探测器不使用镜像功能。如果将镜像标记设置为 1，则探测器将假设入射光线存在左右对称。如果将镜像标记设置为 2，则探测器将假设入射光线存在上下对称。如果将镜像标记设置为 3，则将有左右和上下镜像。也可以将镜像标记设置为 4、5 或 6；除了不能按比例缩小光线的强度以节省能量以外，这些值分别类似于 1、2 和 3，。例如，使用值 1 可以将一条 1 瓦的光线分成两条 0.5 瓦光线，而使用值 4 将创建两条 1 瓦光线。使用的值是否正确取决于光源生成的光线是否可以按比例缩小去反映对称性，并且只有用户自己可以做出此决定。请注意，如果使用镜像标记，但照度和光学器件实际上不以预期方式对称，则可能会产生错误的数据。	所有面	0

可以通过在 NSC 编辑器的探测器查看器上选择探测器，或者在非序列模式的“分析”菜单中查看存储在任何探测器上的信息。探测器查看器还包含用于显示任何之前保存的光线数据库数据的选项。如果光线数据库选择“无”，则将显示目前存储在探测器上的数据；否则，将使用存储在选定光线数据库中的数据重新生成所显示的图像。有关更多信息，请参阅“探测器查看器”。对于 OpticStudio 的 32 位版本，X 或 Y 像元的最大数为 5000；对于 OpticStudio 的 64 位版本，X 或 Y 像元的最大数为 6000。

有关术语辐照度、强度和光通量的定义和单位的更多信息，请参阅“分析单位”。

关于颜色探测器像元编号的注解

对于颜色探测器，像元从 1（矩形的左下角 (-x, -y)）开始编号。像元编号首先沿 +x 方向增加，然后在 +y 方向上移一行，最后再从-x 边缘重新开始。对于具有 nx × ny 像元的探测器，在底部行像元编号从 1 增加至 nx，然后在底部上方作为下一行，像元编号从 nx+1 增加至 2nx，直至到达右上角 (+x, +y) 的最后一个像元（编号为 nx*ny）。说明像元编号的另一种方法是 x 索引更改最快，然后 y 索引其次。

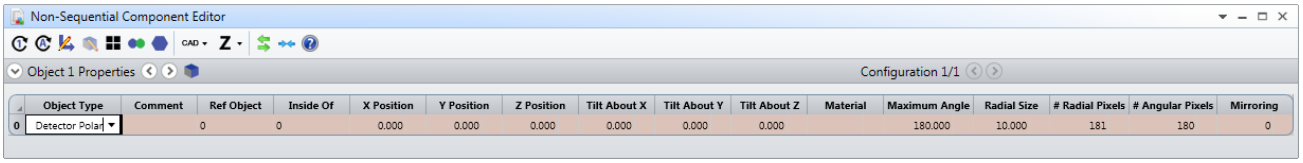
关于像元插值的注解

请参阅“类型选项卡”下的“像元插值”。

使用 LightningTrace

LightningTrace 可用于查看此探测器上的辐照度分布，而不是强度分布。使用 LightningTrace 时，只可通过极探测器物体来获得强度分布（参阅“极探测器物体”）。LightningTrace 不考虑偏振（因此对于参数 16，将不使用偏振标记），且不可利用入射光线的对称性（因此对于参数 17，将不使用镜像标记）。LightningTrace 使用的插值算法不依赖于在“物体属性”对话框“类型”选项卡下的“使用像元插值”选项，因此此选项不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。

[极探测器物体](Detector Polar Object)



极探测器物体存储 NSC 光源光线到达的探测器物体的能量和三色（可见光颜色）数据。可以在角度空间中查看非相干光线生成的数据分布。如果将材料分别设置为“MIRROR”、空白或“ABSORB”，则极探测器物体属性可以是反射、透射或吸收。

物体形状是近似位于物体坐标中心的球面的一部分的鳞甲面。尽管探测器只记录角向数据，但探测器容量必须足够大以包含所有感兴趣的光线，并且探测器的大小是用户自定义参数。极探测器物体跨越角度空间，且零极角以探测器物体局部 Z 轴为中心。极角可以是介于 1 和 180 度（这将形成一个完整的球面）之间的任何角度。探测器仅考虑光线到达探测器形成的角度，而不是光线到达探测器的位置。方位角由以下公式定义：

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

其中，零角度表示沿 +x 轴，角度沿逆时针方向增加，直到 360 度。方位角始终跨越 360 度。定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	最大角。最大极角（以度为单位）。必须介于 1 和 180 度之间。	所有面	0

2	径向尺寸。探测器的径向尺寸，以镜头单位表示。	所有面	0
3	径向像元数。沿极角方向的像元数。必须介于 10 和 721 之间。	所有面	0
4	角度像元数。沿方位角方向的像元数。必须介于 12 和 720 之间，且必须为 4 的倍数。	所有面	0
5	镜像标记。镜像允许探测器利用入射光线的对称性。会将到达探测器的任何光线分成若干部分，并且将光线的每个部分复制到探测器的对称镜像中。如果将镜像标记设置为 0，则探测器不使用镜像功能。如果将镜像标记设置为 1，则探测器将假设入射光线存在左右对称。如果将镜像标记设置为 2，则探测器将假设入射光线存在上下对称。如果将镜像标记设置为 3，则将有左右和上下镜像。也可以将镜像标记设置为 4、5 或 6；除了不能按比例缩小光线的强度以节省能量以外，这些值分别类似于 1、2 和 3，。例如，使用值 1 可以将一条 1 瓦的光线分成两条 0.5 瓦光线，而使用值 4 将创建两条 1 瓦光线。使用的值是否正确取决于光源生成的光线是否可以按比例缩小去反映对称性，并且只有用户自己可以做出此决定。请注意，如果使用镜像标记，但照度和光学器件实际上不以预期方式对称，则可能会产生错误的数据。	所有面	0

可以通过在 NSC 编辑器的探测器查看器上选择探测器，或者在非序列模式的“分析”菜单中查看存储在任何探测器上的信息。探测器查看器还包含用于显示任何之前保存的光线数据库数据的选项。如果光线数据库选择“无”，则将显示目前存储在探测器上的数据；否则，将使用存储在选定光线数据库中的数据重新生成所显示的图像。有关更多信息，请参阅“探测器查看器”。有关术语辐照度、强度和光通量的定义和单位的更多信息，请参阅“分析单位”。

导出极探测器数据

可以将存储在极探测器上的强度数据导出为光源文件。请参阅“导出极探测器数据作为光源文件”。

关于极探测器像元编号的注解

对于极探测器，像元从 1（零方位角的极中心）开始编号，沿极方向增加直到像元 np（其中 np 为极像元的数量）。像元 np+1 为从 0 度方位角以逆时针方向递增的第一方位角的零极角开始，像元编号沿此方位角臂增加直到 2*np。下一个像元编号为 2*np+1，即再次从该方位角的零极角开始（直至 3*np），再沿着下一个方位角臂继续递增。表明像元编号的另一种方法是极角索引变化最快，然后方位角索引其次。

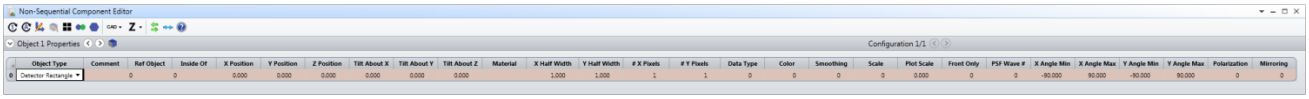
关于像元插值的注解

请参阅“类型选项卡”下的“像元插值”。

使用 LightningTrace

不能使用 LightningTrace 来利用入射光线中的对称性，因此对于参数 5，将不使用镜像标记。LightningTrace 使用的插值算法不依赖于在“物体属性”对话框“类型”选项卡下的“使用像元插值”选项，因此此选项不会对 LightningTrace 结果产生任何影响。最后，为了避免混淆，当使用 LightningTrace 结果来照射此探测器时，将忽略探测器的 180 度径向边界附近的任何强度数据。

[矩形探测器物体](Detector Rctangle Object)



矩形探测器物体存储 NSC 光源光线到达探测器物体的能量数据。可以分别查看以下分布数据，位置或角度空间非相干光线，或空间相干辐照度或相位，或作为点扩散函数的相干辐照度。如果将材料分别设置为“MIRROR”、空白或“ABSORB”，则矩形探测器物体属性可以是反射、透射或吸收。

定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 半宽。以镜头单位表示的 x 宽。	所有面	0
2	Y 半宽。以镜头单位表示的 y 宽。	所有面	0
3	X 像元数。沿 x 方向的像元数（参阅下面的详述）。	所有面	0
4	Y 像元数。沿 y 方向的像元数（参阅下面的详述）。	所有面	0

参数 5-9 仅用于定义在实体模型图上显示探测器的方式：

参数#	描述	面名称	面#
5	数据类型：选择 0 表示非相干辐照度，选择 1 表示相干辐照度，选择 2 表示相干相位，选择 3 表示辐射强度，选择 4 表示位置空间辉度，选择 5 表示角度空间辉度。选择光度单位之后，则这些选项为光度单位下的等效量。有关选择单位的更多信息，请参阅“分析单位”。	所有面	0
6	颜色：选择 0 表示灰阶，选择 1 表示反灰阶，选择 2 表示伪色，选择 3 表示反伪色。	所有面	0
7	平滑度：平滑量。该算法在“探测器查看器”中描述。	所有面	0
8	缩放：选择 0 表示线性，选择 1 表示对数 -5，选择 2 表示对数 -10，选择 3 表示对数 -15。	所有面	0
9	图形缩放：选择最大值以归一化要显示的颜色；这对于在多个探测器间设置共同比例非常有用。	所有面	0

其余参数为：

参数#	描述	面名称	面#
10	仅在前。光线是否可从前后表面照射探测器。如果此标记为 0，则光线可能在前面或后面照射到探测器。如果此标记为 1，则忽略来自后面的光线，并错过探测器。在考虑任何材料之前，须应用“仅在前”标记。例如，带有标记设置为 1 和镜面材料的探测器将反射来自前面的光线，忽略来自后面的所有光线。后面是朝向正局部 z 轴的一面。	所有面	0

11	PSF 模式波数。如果为 0，则显示的相干辐照度是为每个像元单独创建的相干数据。如果探测器很大且目的是查看远离焦点的光束，如通过两条重叠光束从干涉仪创建的条纹，则这是默认和最合适的选择。如果波数等于波长编号，则每个像元的相干数据为探测器上所有光线入射的惠更斯积分，从而产生衍射惠更斯点扩散函数。使用 PSF 模式时，探测器的宽度应是波长的一小部分，以保证像元分辨率足够去查看衍射结构，并且避免应用到大面积时使用惠更斯模型产生固有的失真假象。归一化辐照度，使得总通量等于探测器的总非相干光通量。只要探测器上的入射光线涵盖足够宽的角度范围，则探测器的整个大小范围内同时发生相长和相消干涉，执行归一化可以提供准确的结果。如果入射光线都几乎平行，，则执行归一化不会提供准确的结果，因而不可使用 PSF 模式。如果使用 PSF 模式且将探测器放置在另一个物体内部（如玻璃块），则必须指定探测器的“在…内部”值来表示将探测器放置到某一物体内部。	所有面	0
12-15	最小和最大 x 和 y 方向角（以度为单位）。这些设置用于在显示强度时控制探测器对探测器上某个角度入射光线的灵敏度。在 x 和 y 方向默认设置为 -90.0 度至 +90.0 度，这样可以显示照射到探测器的所有光线的角数据。假设角度范围的设置涵盖一部分可能的入射角，打到探测器定义角度范围之外的光线将仅在显示强度时被忽略。	所有面	0
16	偏振标记。如果此标记为 0，则探测器忽略入射光线的偏振，并考虑所有入射光线。如果此标记为 1、2 或 3，则探测器将只考虑分别沿局部 X、Y 和 Z 方向偏振的光线的分量，并将沿这些方向的电场的相位作为光程长度的一部分。如果此标记为 4、5 或 6，则探测器将只考虑分别沿 X 和 Y、X 和 Z 及 Y 和 Z 方向偏振的光线的分量，并忽略电场的相位。如果此标记为 7、8 或 9，则探测器将只考虑分别沿局部 X、Y 和 Z 方向偏振的光线的分量，并将忽略沿这些方向的电场的相位。	所有面	0

17	镜像标记。镜像允许探测器利用入射光线的对称性。会将到达探测器的任何光线分成若干部分，并且将光线的每个部分复制到探测器的对称镜像中。如果将镜像标记设置为 0，则探测器不使用镜像功能。如果将镜像标记设置为 1，则探测器将假设入射光线存在左右对称。如果将镜像标记设置为 2，则探测器将假设入射光线存在上下对称。如果将镜像标记设置为 3，则将有左右和上下镜像。也可以将镜像标记设置为 4、5 或 6；除了不能按比例缩小光线的强度以节省能量以外，这些值分别类似于 1、2 和 3。例如，使用值 1 可以将一条 1 瓦的光线分成两条 0.5 瓦光线，而使用值 4 将创建两条 1 瓦光线。使用的值是否正确取决于光源生成的光线是否可以按比例缩小去反映对称性，并且只有用户自己可以做出此决定。请注意，如果使用镜像标记，但照度和光学器件实际上不以预期方式对称，则可能会产生错误的数据。	所有面	0

可以通过在 NSC 编辑器的探测器查看器上选择探测器，或者在非序列模式的“分析”菜单中查看存储在任何探测器上的信息。探测器查看器还包含用于显示任何之前保存的光线数据库数据的选项。如果光线数据库选择“无”，则将显示目前存储在探测器上的数据；否则，将使用存储在选定光线数据库中的数据重新生成所显示的图像。有关更多信息，请参阅“探测器查看器”。对于 OpticStudio 的 32 位版本，X 或 Y 像元的最大数为 5000；对于 OpticStudio 的 64 位版本，X 或 Y 像元的最大数为 6000。

OpticStudioOpticStudio 对到达探测器的每条光线存储以下数据项：

光线的非相干强度。通过到达相应像元处光线计数器递增的形式来记录能量。用光线总强度除以像元区域可以得出辐照度（以光通量/面积为单位）。

角度空间中光线的非相干强度。通过到达相应像元处光线计数器递增的形式来记录能量。用光线总强度除以像元表示的立体角可以得出强度（以光通量/立体角为单位）。

光线的相干实部和虚部振幅。振幅是光线强度的平方根，而相位是由光源到空间分布的像元中心总光程长度来确定。通过将光线的实部和虚部各自分开，可以模拟多条光线之间的干涉。如果偏振标记为 1、2 或 3，则还需要考虑因偏振效应产生的相位；请参阅上面的参数 16 的详述。

有关术语辐照度、强度和光通量的定义和单位的更多信息，请参阅“分析单位”。

关于相干数据计算的注解

光线的传播和干涉通常同时具有粒子和波的属性。可以将光线看作是粒子的表示形式，以及将衍射干涉（如对于衍射 PSF）看作是波的表示形式。

对于 NSC 分析，OpticStudio 使用光线追迹确定光程和能量分布。OpticStudio 考虑沿光线的相位，因此可以计算一部分干涉和衍射效应。但是，请确保用户了解模型使用的假设以及这些假设如何影响结果的准确性。

当光线到达探测器后，OpticStudio 通过使用到达像元的中心参考的光线强度和相位来计算电场的实部和虚部。然后，针对照射到同一像元的多条光线，对实部和虚部进行求和。OpticStudio 也会对每个像元的强度进行求和（振幅平方）。

由于已考虑相位，因此部分光线会对其他光线产生相长干涉，而其他光线将产生相消干涉。这使得 OpticStudio 能够模拟各种效果，例如干涉仪（剪切或以其他方式）中的条纹，或来自各级次的衍射光栅的干涉。但计算相干辐照度会涉及到一些假设。在物理学中，相消干涉是指能量已传播到非光线前往区域的其他地方。以类似方式，当相长干涉发生时，人为且非物理地调整许多光线的振幅总和来增加光束的能量。OpticStudio 不能确定能量会去何处（或来自哪里），因此，在不做假设的情况下无法说明相干辐照度计算中的能量守恒。OpticStudio 可以执行两种不同假设中的一种：将探测器上的相干光能量归一化以匹配非相干光能量，或使用每个像元的非相干能量，按到达每个像元处相干光线的比例来确定相干光能量。使用哪一种方法取决于探测器的像元数，以及“归一化相干能量”复选框的设置（参阅“物体属性”对话框）。

如果探测器只定义了一个像元，或者如果未选中“归一化相干能量”复选框，则计算每个像元的相干辐照度，方法是通过对该像元的每条入射光线的实部和虚部进行求和，再将计算所得复数的模除以该像元的所有入射光线的振幅和的平方，最后再将该比值乘以像元的非相干辐照度。

第 n 条光线的电场方程可以写为：

$$E_n = A_n \exp(i\varphi_n) + iA_n \sin(\varphi_n)$$

其中A_n是振幅，φ_n是相位。

没有进行归一化情况下，每个像元上 N 条入射光线的相干辐照度 I_{coh} 可以写为：

$$\mathrm{Re}[E_{coh}] = \sum_{n=1}^{N} A_n \cos\varphi_n$$

$$\mathrm{Im}[E_{coh}] = \sum_{n=1}^{N} A_n \sin\varphi_n$$

$$S_{amp} = \sum_{n=1}^{N} A_n$$

$$I_{coh} = I_{inc} \cdot \{\mathrm{Re}[E_{coh}]^2 + \mathrm{Im}[E_{coh}]^2\}/\left(S_{amp}\right)^2$$

其中 n 从 1 到 N，N 为单个像元上的光线数

这种方法使得已计算的相干辐照度在零和非相干辐照度值间范围内变化。但在这种情况下无法准确确定真实的相干辐照度，因为在上文所述的相长干涉和相消干涉的情况存在时，光线模型具有局限性。具体来讲，在此计算中并不知道传播能量损失的位置。

如果探测器上有多个像元，且选中“归一化相干能量”复选框，则根据光线数据逐个对像元计算相干辐照度，方法是对振幅的实部和虚部进行求平方与求和，然后重新将整个探测器的总的相干照度进行归一化使其等于探测器上入射光线的非相干辐照度。

可以使用两种方法，问题自然就出现了，哪一种方法正确？如果一种或另一种方法总是正确，则不需要使用“归一化相干能量”开关。常用规则很简单。如果一个或多个光源的所有非相干光通量落在同一探测器上，则应检查以开启归一化相干能量开关。这是默认设置。例如，两平面波干涉后在整个探测器上出现由许多条纹形成的正弦条纹图样的情况。所有能量都呈现在探测器上，但波前干涉导致能量落在暗条纹上的光线需要重新定向到同一探测器上相邻的明亮条纹处。相反，当两束完全平行的光束相遇后，会产生一条明亮或黑暗（或介于两者之间）的条纹，此时应检查以关闭归一化相干能量开关。例如，可以建立一个干涉仪，在一个探测器上生成一条暗条纹，在另一个探测器上生成一条亮条纹 — 但实际上，能量从不会沿暗路径传播，但光线却预先不知道这一点。请注意，在这种情况下（即使在使用推荐设置时），亮条纹将只显示实际能量的一半 ，光线不会创造能量，并且相干能量的计算仍以非相干能量值作为上限。实际上，在暗条纹中损失的能量将被引导至亮条纹，但同样，光线事先无法知道这一点。某些情况下，哪种相干能量计算方法都无法得出正确的结果。这些情况仅仅超出光线模型的范围，并且 OpticStudio 不能用于对这些系统的物理光学方面的特定分析。

重要的是要了解到 OpticStudio 将所有光源都看做彼此相干，并且在任何情况下都将光线起始坐标处的相位当做零，。不能使用多色光源为相干分析进行正确建模，因为所有光线都是相干相加，而不考虑其波长。这通常将干涉分析的用途限制为针对单色光源。可以定义光线的初始相位和光源的相干长度，请参阅“相干长度建模”和“光源选项卡”。

关于矩形探测器角空间组合的注解

为了将能量组合到角空间像元中，OpticStudio 会根据极坐标计算 X 和 Y 角度。先测量光线相对于表面法线的径向角度，然后将其投影到表面来计算 X 和 Y 角度。请注意，这些角度与其它某些情况下使用的笛卡尔 XZ 和 YZ 角度略有不同，尤其是在使用复合倾斜时。有关计算笛卡尔角度方法的示例，请参阅“视场角度和高度”。

关于矩形探测器像元编号的注解

对于矩形探测器，

像元从 1（矩形的左下角 (-x, -y)）开始编号。像元编号首先沿 +x 方向增加，然后在 +y 方向上移一行，最后再从-x 边缘重新开始。对于具有 nx × ny 像元的探测器，在底部行像元编号从 1 增加至 nx，然后在底部上方作为下一行，像元编号从 nx+1 增加至 2nx，直至到达右上角 (+x, +y) 的最后一个像元（编号为 nx*ny）。说明像元编号的另一种方法是 x 索引更改最快，然后 y 索引其次。

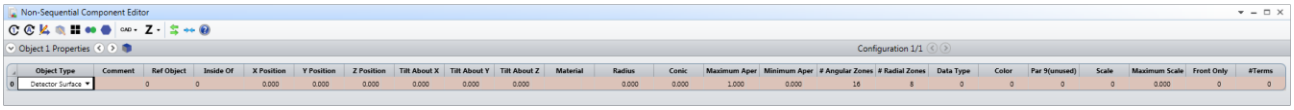
关于像元插值的注解

请参阅“物体属性”对话框的“类型选项卡”下的“像元插值”。

使用 LightningTrace

LightningTrace 只能用于查看此探测器的非相干辐照度分布（由探测器数据类型的“非相干辐照度”和“位置空间辐射辉度”选项给出），而不是相干辐照度或强度。使用 LightningTrace 时，只能通过极探测器物体获得强度分布（参阅“极探测器物体”）。LightningTrace 不考虑偏振（因此对于参数 16，将不使用偏振标记），且不可利用入射光线的对称性（因此对于参数 17，将不使用镜像标记）。LightningTrace 使用的插值算法不依赖于在“物体属性”对话框“类型”选项卡下的“使用像元插值”选项（因此此选项不会对 LightningTrace 结果产生任何影响）。

[面探测器物体](Detector Surface Object)



面探测器物体存储 NSC 光源光线到达物体的能量数据。可以将生成的数据分布看作是非相干光线的照度。如果将材料分别设置为“MIRROR”、空白或“ABSORB”，则面探测器物体属性可以是反射、透射或吸收。

面探测器物体的表面形状与非球面物体的表面形状相同。有关表面形状的定义公式的信息，请参阅“非球面”。

定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	半径：曲率半径，以镜头单位表示。如果为零，则将生成平面基面。	所有面	0
2	圆锥系数：圆锥系数。有关表面形状公式，请参阅“非球面”。	所有面	0
3	最大孔径：最大径向尺寸，以镜头单位表示。	所有面	0
4	最小孔径：最小径向尺寸，以镜头单位表示。如果此值大于零，则将创建环形探测器。	所有面	0
5	A 区域数：角区域的数量，Na。请参阅下面的“关于三角面探测器的注解”。	所有面	0
6	R 区域数：径向区域的数量，Nr。请参阅下面的“关于三角面探测器的注解”。	所有面	0

参数 7-11 仅用于定义实体模型图上的面探测器的外观：

参数#	描述	面名称	面#
7	数据类型：选择 0 表示非相干辐照度，选择 1 表示非相干光通量。	所有面	0
8	颜色：选择 0 表示灰阶，选择 1 表示反灰阶，选择 2 表示伪色，选择 3 表示反伪色。	所有面	0

9	未使用。	NA	NA
10	缩放：选择 0 表示线性，选择 1 表示对数 -5，选择 2 表示对数 -10，选择 3 表示对数 -15。	所有面	0
11	最大缩放：选择最大值以归一化要显示的颜色；这对于在多个探测器间设置共同比例非常有用。	所有面	0

其余参数为：

参数#	描述	面名称	面#
12	仅前面。如果此标记为 0，则光线可能在前表面或后表面照射到探测器。如果此标记为 1，则忽略来自后面的光线，光线错过探测器。在任何材料被考虑之前，应用“仅在前”标记。例如，带有标记设置为 1 和材料设置为镜面的探测器将反射来自前表面的光线，忽略来自后表面的所有光线。后表面是朝向局部 +z 轴的一面。	所有面	0
13	非球面展开式中考虑的项数。如果此项不大于最高级次非零系数，则光线追迹速度更快。	所有面	0
14-249	多项展开式的 α 系数。有关表面形状公式，请参阅“非球面”。	所有面	0

可以通过在 NSC 编辑器的探测器查看器上选择探测器，或者在非序列模式的“分析”菜单中查看存储在任何探测器上的信息。探测器查看器还包含用于显示任何之前保存的光线数据库数据的选项。如果光线数据库选择“无”，则将显示目前存储在探测器上的数据；否则，将使用存储在选定光线数据库中的数据重新生成所显示的图像。有关更多信息，请参阅“探测器查看器”。

为到达探测器的每条光线存储一个数据项：通过到达相应像元处光线计数器递增的形式来记录能量。用光线总强度除以像元区域可以得出辐照度（以光通量/面积为单位）。

有关术语辐照度、强度和通量的定义和单位的更多信息，请参阅“分析单位”。

关于三角面探测器的注解

OpticStudio 使用一系列三角面集合来表示曲面的形状。存在 Nr 径向区域和 Na 角向区域。可以同时使用这两个参数来定义 Nr * Na 个多边形区域。通常可以将每个区域分为两个三角面，因此三角面像元的总数为 2 * Nr * Na。但是，如果最小孔径（上述参数 4）为零，则最内径向区域仅具有 Na 个三角面，而不是 2 * Na 个三角面。在这种情况下，三角面的总数为 2 * Nr * Na - Na。选择三角面坐标的算法会尝试使得每个三角面的面积大致相同，但无法保持三角面到三角面的面积完全不变。每个三角面的角都将位于由半径、圆锥系数和非球面系数定义的非球面上。三角面是平面，如果表面不是平面，则三角面不完全位于表面上。

关于面探测器像元编号的注解

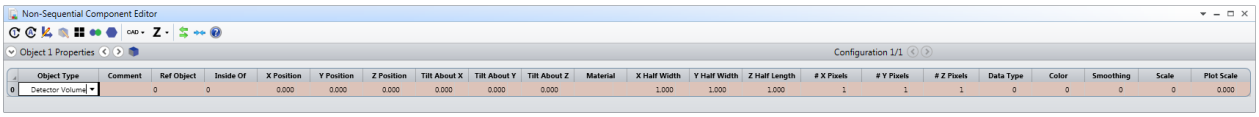
三角面是用于记录照度和光通量数据的单个像元。像元在连续径向区域中进行编号。像元 1 从最内径向区域中的角度零开始。最开始的 2 * Na 个像元（或如果最小孔径为零时仅 Na 个像元）按照围绕 z 轴逆时针方向对第一个环形区域进行编号。像元编号在接下来的 2 * Na 个像元的第二个径向区域中的角度零继续开始，直到所有的径向区域编号完成。

如果选择“快速光线追迹”（参阅“类型选项卡”），OpticStudio 会更改三角面的顺序以加快光线追迹的速度。如果取消选择“快速光线追迹”，则不更改三角面的顺序，这会降低光线追迹速度，但仍保留上述编号顺序。

使用 LightningTrace

LightningTrace 不支持此探测器类型。

[体探测器物体](Detector Volume Object)



体探测器物体用于存储的 NSC 光源光线通过单个体元的入射和吸收能量数据。可以将得到的数据分布看作是入射光通量、吸收光通量或每单位体积的吸收光通量。体探测器可以是透明的，或者由任何有效材料制成。还可以将体探测器嵌套在其它对象内部或跨越其它对象。

体探测器内部的对象属性可以为折射、反射、吸收或具有渐变折射率，或者具有定义的表面散射属性或体散射属性。

体探测器物体的形状为矩形实体。定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	X 半宽。物体的中心位于局部坐标原点。	NA	NA
2	Y 半宽。	NA	NA
3	Z 半长。	NA	NA
4	X 像元数。X 方向的体元数。体元总数为 nx * ny * nz。	NA	NA
5	Y 像元数。Y 方向的体元数。	NA	NA
6	Z 像元数。Z 方向的体元数。	NA	NA

当程序处于非序列或混合用户界面模式时，可以通过单击“分析选项卡”中的“探测器查看器”按钮查看存储在任何探测器上的信息。在使用光线数据库中之前保存的数据时，体探测器物体的数据不可用。在 NSC 探测器查看器上查看体探测器数据的同时按左右箭头键将通过所有 Z-切面进行循环。有关更多信息，请参阅“探测器查看器”。

为通过单个体元的每条光线存储两个数据项：光线的入射通量（以光源单位表示）和体元中的吸收通量。入射通量是当光线进入体元时的光通量。在特定体元中开始的光线段将不会被计入该体元的入射通量的增量中，因为只有穿入体元的光线才被计入射通量增量，即原来就在体元中则不算增加量。吸收通量与光线通过体元的的路径长度，以及光线通过的材料的吸收系数有关。请注意，总吸收光通量只考虑物体中的吸收，而不考虑物体膜层中的吸收。

可以将体探测器嵌套在其它 NSC 物体类型内部。例如，要测量圆柱形玻璃棒中的吸收通量，将玻璃棒放置在体探测器内，然后在棒物体上设置棒的玻璃类型。如果玻璃类型具有与材料相关联的吸收系数，则体探测器将会记录通过玻璃棒的光线的部分通量。

有关术语辐照度、强度和光通量的定义和单位的更多信息，请参阅“分析单位”。

关于体探测器像元编号的注解

对于体探测器，像元从第一个 z-切面（在物体的 -z 侧）形成的矩形的左下角开始编号为 1。像元编号在此 z-切面首先沿 +x 方向增加，然后在 +y 方向上移一行，最后再从-x 边缘重新开始。

对于具有 nx × ny × nz 像元的探测器，在底部行像元编号从 1 增加至 nx，然后在底部上方作为下一行，像元编号从 nx+1 增加至 2nx，直至到达右上角 (+x, +y) 的最后一个像元（编号为 nx*ny）。然后，像元编号继续到下一个 z-切面，再次从左下角开始增加。说明像元编号的另一种方法是 x 索引更改最快，其次是 y 索引，最后是 z 索引。

使用 LightningTrace

LightningTrace 不支持此探测器类型。

[物体作为探测器](Object as Detector)

大多数物体都可以充当探测器。这包括具有平面的对象类型，如多边形、STL 和矩形体对象。形状与通过使用绘图精度设置（参阅“绘图选项卡”）渲染的曲面或实体形状近似的大多数物体也可以是探测器，如非球面、Toroidal 透镜和其它复杂形状。

要使以上任一物体成为探测器，请从“物体属性”对话框的“类型选项卡”中选择“将物体作为探测器”。将物体设置为探测器后，检测到的强度将会显示在实体模型显示器上，以及“探测器查看器”窗口的文本列表中。也可以在“物体属性”对话框中选择将显示在实体模型中的探测器的颜色样式。选择的样式可以表示总光通量或可以归一化为单位面积的光通量。

只有作为探测器的物体才可以显示非相干强度。用于绘制物体的每个单独的三角面可以变成单个像元。可以将到达像元的所有光线进行相加以得出总强度。每当从探测器控制对话框中清除所有探测器时也会清除物体探测器。

可以通过创建 POB 文件工具来用作探测器，如“创建多边形物体”中所述。

关于常规物体作为探测器的像元编号的注解

按照定义多边形的顺序对像元进行编号，且没有任何通用方法来描述像元序号。对于这些物体，可能需要一些实验来确定确切的像元排序方法。

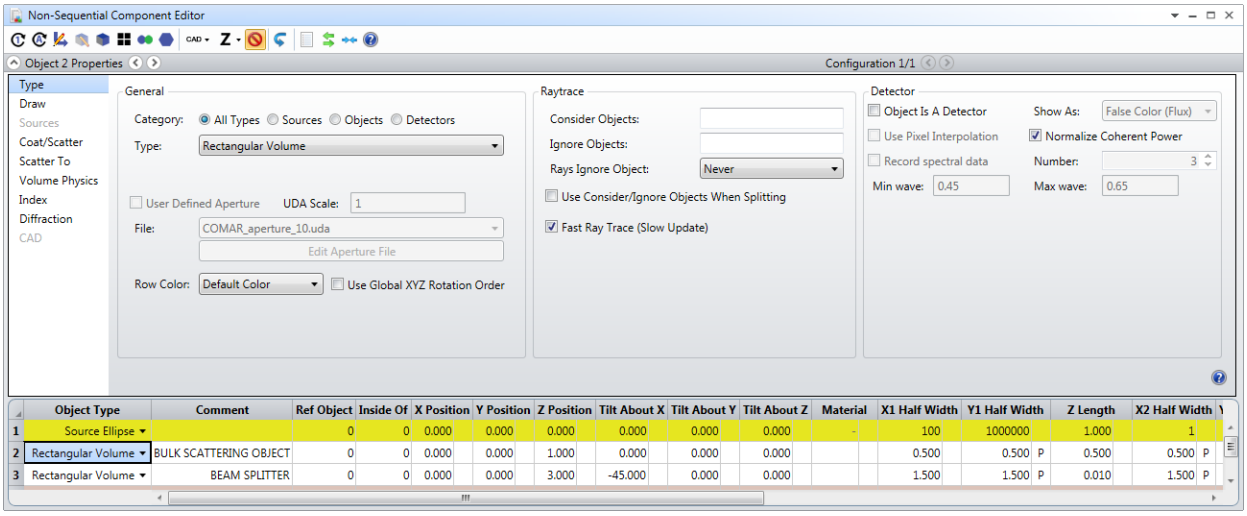
使用 LightningTrace

LightningTrace 不支持此探测器类型。

[物体属性](Object Properties)

单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头展开“物体属性”对话框。可以通过单击 NSC 编辑器中的不同物体，或者通过单击“物体属性”栏中的左/右箭头更改该对话框中显示的不同物体属性。可以在此对话框中定义以下物体属性。

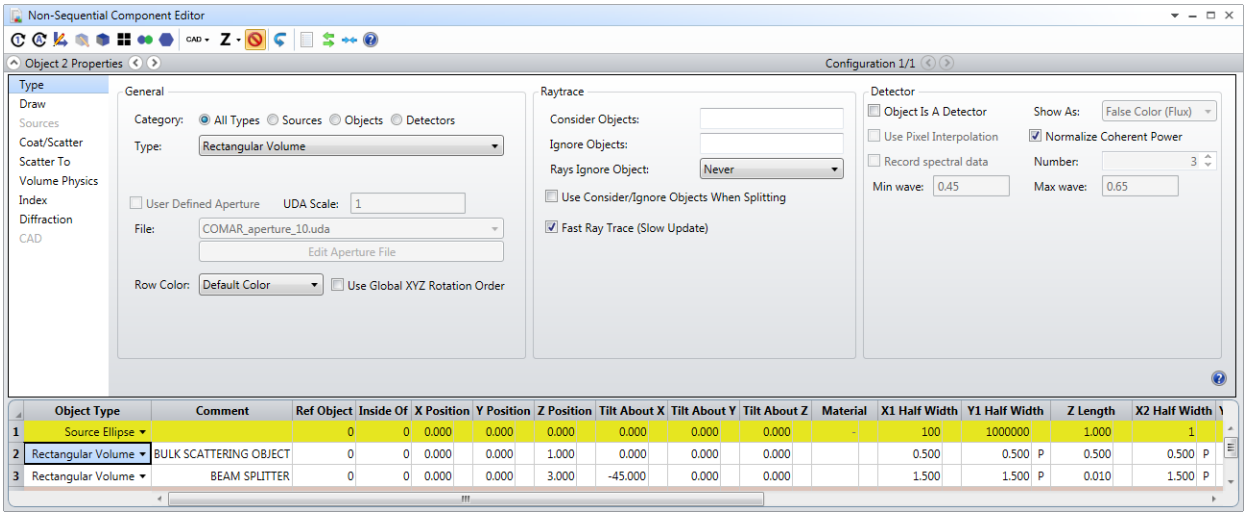
以下截屏取自 OpticStudio 非序列散射文件“Fluorescence Example.ZMX”。



[类型](Type)

物体类型选项在“物体属性”窗口的“类型”部分中设置。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。

以下截屏取自 OpticStudio 非序列散射文件“Fluorescence Example.ZMX”。



“类型”部分支持以下控件：

[常规设置](General Settings)

类型用于选择常规物体类型，如球形、椭圆形、矩形或其它类型。

有关不同物体类型的更多信息，请参阅非序列物体、非序列光源和非序列探测器。

数据文件如果物体类型由外部文件定义（如多边形物体），则可以在此处选择文件名。

用户自定义孔径如果选择此选项，则将使用用户自定义孔径 (UDA) 文件定义物体的范围。并非所有物体都支持此功能。可以将用户自定义孔径 (UDA) 放置在一些 NSC 表面物体上。必须将 UDA 文件放置在 <objects>\Apertures 文件夹中（参阅“文件夹”）。为序列表面精确定义 UDA 的介绍，请参阅“用户自定义孔径和遮光”。

文件如果选择用户自定义孔径，则可以从此控件选择孔径文件的名称。

UDA 缩放 UDA 缩放为无量纲比例因子，对 UDA 文件中定义的孔径进行缩放。

编辑孔径文件此按钮将调用文本编辑器，让用户能够编辑所选 UDA 文件。需要保存 UDA 文件并重新加载物体，让更改生效。

行颜色此控件可在 NSC 编辑器中选择物体的行颜色。默认情况下，物体由玻璃、“MIRROR”

或“ABSORB”材料制成，并对光源和探测器进行颜色编码。任何物体都可以使用或不使用颜色、默认颜色或用户自定义颜色。可禁用行的着色，请参阅“项目配置选项”的“编辑器”部分。

使用全局 XYZ 旋转命令如果选择此选项，物体倾斜的旋转规定是先围绕 X 轴旋转，然后依次围绕 Y 轴和 Z 轴旋转。如果取消选择此选项，将首先围绕 Z 轴旋转，然后依次围绕 Y 轴和 X 轴旋转。后者 ZYX 顺序与序列模式中坐标间断面顺序标记为零时执行的次序相同。请注意，使用 ZYX 顺序旋转与先围绕 X 轴旋转，然后围绕“新的”Y 轴旋转，最后围绕“新的”Z 轴旋转完全相同。另请参阅物体放置部分中的“坐标系”说明。

[光线追迹设置](Ray Trace Settings)

考虑物体 通常情况下，光线在 NSC 组内按照明确定义的合理路径进行传播。例如，在光管中安装多个透镜后，打到第 5 个透镜的光线可能接着触碰到第 4 个透镜或第 6 个透镜；或者，可能触碰光管本身。如果已知光线将要相交的可能物体列表，且此列表中的物体数比物体总数要少，则可以通过告知 OpticStudio 只考虑光线可能会触碰的部分物体来获得更高效的光线追迹速度。

如果将“考虑物体”字段留空（默认值），则光线离开此物体后可能会到达任何物体，并且 OpticStudio 会使用自己的内部算法来确定实际光线相交的物体。

要指定当光线离开物体后可能会触碰的部分物体，请列出物体编号，用空格分隔。例如，要指定光线在离开物体后可能会触碰物体 4、6 或 23，可以在“考虑物体”数据字段中输入字符串“4 6 23”。注意，通常应在列表中包含物体自己的物体编号。当插入或删除新物体时，OpticStudio 将自动更新此表。可以列出的最大物体数为 10。如果光线可能会触碰 10 个以上的不同物体，请将此字段留空。使用 0 表示出射处的物体编号。

如果您不能确定光线离开任何物体后要触碰的物体，请将此字段留空。如果已列出的物体是光线能够有效触碰的部分物体，则该次光线追迹只能测试光线是否会与列出的物体相交。这意味着，如果列表中没有明确包含当光线离开当前物体后可能会触碰的所有可能物体，则将会产生不正确的光线追迹结果。如果光线可以离开物体，且再次触碰同一物体，则该物体的考虑物体列表必须明确列出本身作为可能物体之一。例如，如果光线触碰物体 5 可以折射或反射，并再次触碰物体 5，则必须在物体 5 的考虑物体列表中列出物体编号 5（如果已定义考虑物体列表）。

请注意，同时定义“考虑物体”和“忽略物体”列表没有任何意义。如果同时定义两个列表，则“考虑物体”列表的优先级高于“忽略物体”列表。

忽略物体 忽略物体列表用于定义当光线离开任何物体后应忽略的物体。此功能对于光源物体的一个常见应用是忽略它们所定义的物体，从而使得光线不会立即与位于光线发出位置的物体交汇。

如果将“忽略物体”字段留空（默认值），则光线离开此物体后可能会触碰任何物体，并且 OpticStudio 会使用自己的内部算法来确定实际触碰的物体。

要指定当光线离开物体后可能不会触碰的物体，请列出物体编号，用空格分隔。例如，要指定光线在离开物体后应忽略物体 5 和 7，可以在“忽略物体”数据字段中输入字符串“5 7”。注意，通常不得在列表中包含物体本身的物体编号。当插入或删除新物体时，OpticStudio 将自动更新此表。可以列出的最大物体数为 10。使用 0 表示光线出射处的物体编号。

请注意，同时定义“考虑物体”和“忽略物体”列表没有任何意义。如果同时定义两个列表，则“考虑物体”列表的优先级高于“忽略物体”列表。

光线忽略物体 此控件具有三个可用的设置：从不、总是和开始。

从不：从不忽略物体，并且光线将始终与物体交汇。

总是：光线将从不与物体交汇。如果仅为渲染或参考目的而包含物体，则光线追迹速度将更快（如果选择此选项），因为 OpticStudio 不会计算该物体与光线相交情况。如果光线实际可以与物体相交，则选择此选项可能会导致不正确的光线追迹结果，因为光线通过物体传播就像它不存在一样。

开始：此设置意味着在从光源初始发射时光线将忽略物体，但在光线与任何其它物体交汇后，将不再忽略物体。这对于接近光源位置的物体非常有用，但光源光线已经考虑物体的影响。使用“开始”可以让光线初始忽略近距离物体，但随后在与其它某些物体首次交汇后考虑物体。

光线分裂时使用考虑/忽略物体 如果选择此选项，则当光线分裂为子光线时将只考虑与在“考虑物体”列表中列出的物体的相交点，或者只忽略“忽略物体”列表中列出的物体。如果取消选择此选项，将检查所有可能的物体交点。请参阅“使用考虑物体列表定义光程”。

[探测器设置](Detector Settings)

物体作为探测器 如果选择此选项，则光线触碰物体将使与物体相关联的探测器能量增加。请注意，选择“物体为探测器”后，用于在实体模型中打开或关闭阴影平滑的选项不会起作用。

显示为 此控件可选择用于表示实体模型上探测器的物体的颜色样式。按光通量着色将会根据物体每个区域的总入射光能量进行着色。按辐照度着色将通过每个区域的光能量对每个区域进行着色。只有物体作为探测器才能使用此功能。

使用像元插值 如果选择此选项（推荐设置），将会在相邻像元之间分摊光线触碰矩形探测器上的像元的能量。根据像元内光线到达的位置，将能量的数值分配给每个像元。如果光线到达像元的正中心，则会将其 100% 的能量分配给该像元。如果光线到达像元边缘的附近，则会与边缘附近的像元（如果有）共享其能量。像元插值可消除像元的突变的边缘响应，并且通常会生成噪声较少的视图和更流畅的优化。如果探测器使用 PSF 模式，则不使用像元插值。

归一化相干能量 当光线到达探测器后，OpticStudio 以光线到达的像元中心作为参考使用光线的强度和相位计算电场的实部和虚部。然后对照射到同一像元的多条光线的实部和虚部进行求和。OpticStudio 也会对每个像元的强度进行求和（振幅平方）。

由于计算中考虑相位，因此部分光线会与其他光线产生相长干涉，而其他光线将产生相消干涉。这使得 OpticStudio 能够模拟各种效果，例如（剪切或其他）干涉仪中的条纹，或来自各级次的衍射光栅的干涉。但计算相干辐照度会涉及到一些假设。在物理学中，相消干涉是指能量已传播到非光线前往区域的其他地方。以类似方式，当相长干涉发生时，人为且非物理地调整许多光线的振幅总和来增加光束的能量。OpticStudio 不能确定能量会去何处（或来自哪里），因此，在不做假设的情况下 OpticStudio 无法解释相干辐照度计算中的能量守恒。

OpticStudio 可以执行两种不同假设中的一种：其中之一是将探测器上的相干光能量进行归一化以匹配非相干光能量，另一种是使用每个像素单元的非相干能量，按到达每个像元处相干光线的比例对能量进行缩放来确定相干光能量。

如果一个或多个光源的所有非相干光强度都落在同一探测器上，则应勾选归一化相干能量开关。这是默认设置。例如，对于两平面波干涉后在整个探测器上出现由许多条纹形成的正弦条纹图样的情况。所有能量都呈现在探测器上，但波前干涉导致能量落在暗条纹上的光线需要重新定向到同一探测器上相邻的明亮条纹处。相反，当两束完全平行的光束相遇后，只产生一条明亮或黑暗（或介于两者之间）的条纹的情形，应取消勾选归一化相干能量开关。

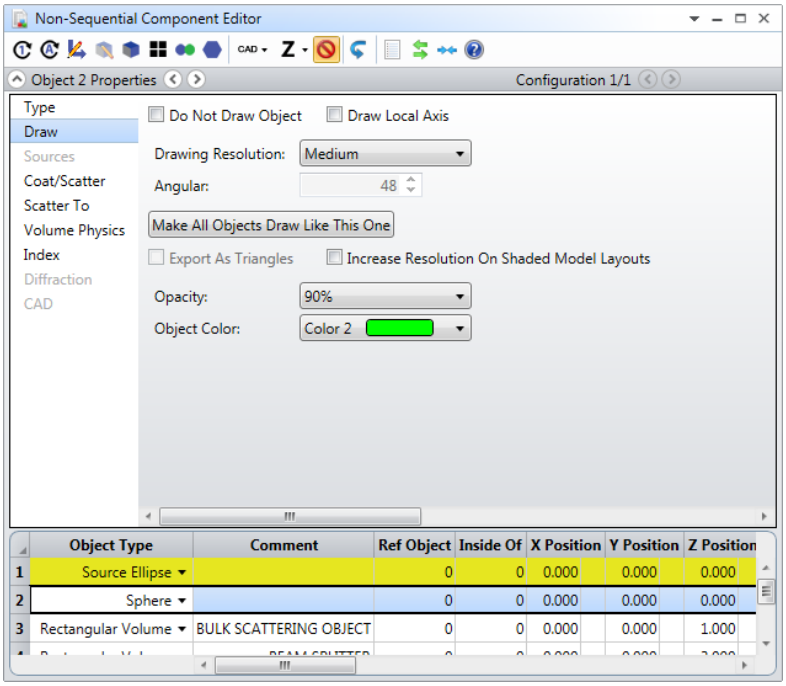
请参阅“关于相干数据计算的注解”。

记录光谱数据 此选项仅可用于颜色探测器物体，且只有 OpticStudio 的旗舰版才提供此功能。如果选择此选项，则将会记录落在探测器上的所有光线的光谱分布。会将分布记录到指定数量的波长段区间箱中，通过输入的“数字”指定区间个数。同时只会记录波长介于输入的“最小波长”和“最大波长”之间（并包含最大最小值）的光线；这些输入应以微米为单位。记录光谱分布后，可以使用探测器查看器的“显示为”对话框中的“光通量 vs 波长”选项进行绘制（参阅“探测器查看器”）。如果选择此选项，则将会为记录的分布计算显色指数 (CRI) 和相关色温 (CCT)。CRI 和 CCT 值将显示在探测器查看器上（如果选择“光通量 vs 波长”选项），并且可以使用 NSDE 操作数在评价函数中计算得出（参阅“优化 - 概述”）。

记录像元光谱数据 此选项仅在勾选记录像元光谱数据后起作用。如果勾选，每一个像元的光谱分布数据都被记录到指定区间箱中。区间箱的个数以及区间大小在记录光谱数据当中进行定义。每个像元的光谱分布一旦被记录，就可计算得到 X/Y 质心以及 X/Y RMS 半径，这些信息可以展示在探测器查看器的光束信息选项卡中，也可以通过优化函数 NSDE 操作数来返回。

[绘图](Draw)

物体绘图选项在“物体属性”窗口的“绘图”部分中设置。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。



绘图选项用于设置与绘制每个 NSC 物体相关的选项。该选项卡支持以下控件：

不绘制物体 如果选择此选项，将不会在视图上绘制物体。光线将仍然表现为通过此处的物体。此控件用于从视图中删除包围其它物体的物体，使得内部物体变得更加清晰。

显示局部轴 如果选择此选项，将会在 3D 视图上绘制局部 x、y 和 z 轴。绘制的 x 和 y 轴的长度是“丢失光线绘制距离”长度的一半，请参阅“镜头单位下的丢失光线绘制距离”。z 轴是此长度的两倍。坐标指示的顶点为局部顶点。

绘图精度 用于选择标准、中、高、精密或自定义。这些选项可以提高绘图精度，但相应的计算时间也越长。不同物体为不同目的使用的绘图精度，取决于物体的对称性。“自定义”设置用于在“绘图精度”控件下的编辑控制中指定用户自定义分辨率。

在实体模型视图上提高分辨率 如果选择此选项，在生成实体模型视图时可以临时提高绘图精度。尽管这样可以生成更好看的图形，但却需要更多的时间和内存。为了节省时间和内存，可以禁用此选项。

所有物体按照该物体设置绘制 按此按钮会将绘图设置复制到所有物体中。

透明度：如果将透明度设置为 100%，则在实体模型图上将物体渲染为纯色，该物体可能将视图中的其它物体完全遮挡。如果透明度低于 100%，则物体部分透明，从而允许通过部分透明物体看到其它物体。

物体颜色此控件用于选择在实体模型显示器上用来绘制物体的颜色。

以三角形面导出如果选择此选项，会将以三角镶嵌面的形式导出物体到 CAD 格式文件，而不是平滑物体。如果 CAD 格式导出功能无法正常工作，则此功能仅作为一种解决办法。不推荐勾选该设置。

关于绘图精度和边界区域的注解

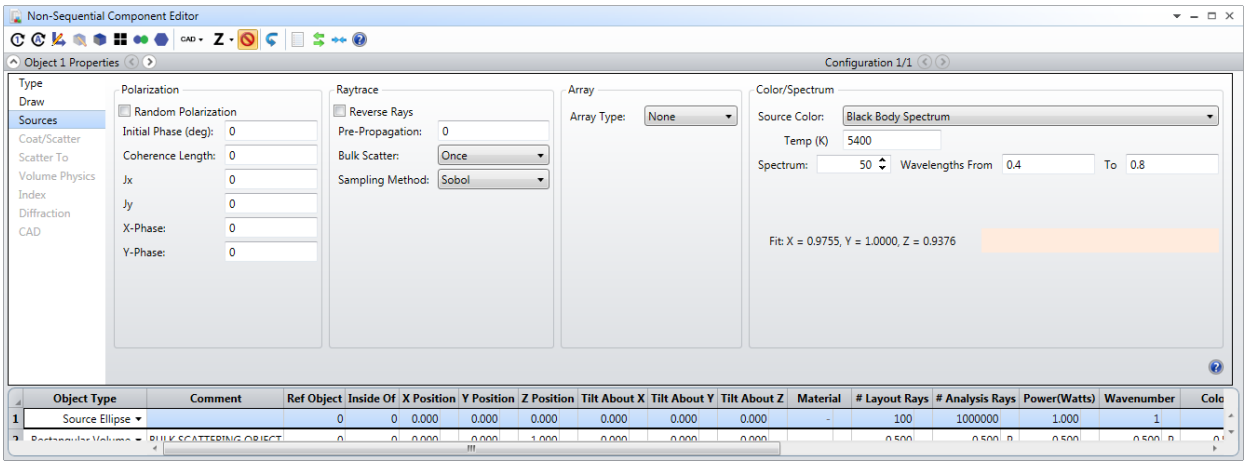
OpticStudio 使用绘图精度设置来创建围绕每个物体的“边界区域”。此区域用于快速确定光线是否足够接近可能与其相交的物体。如果光线不会越过边界区域，OpticStudio 认为光线将不触碰任何物体。为此，如果将绘图精度设置过低，则光线可能会错过物体。对于这些极少数情况，可以提高绘图精度以确保光线触碰物体。

> **没有必要将绘图精度设置的过高，因为这会降低光线追迹和渲染的速度，而不会提高准确性！**

重要的是，请注意绘图精度设置仅用于渲染视图上的物体，对于某些物体，则用于提供“初步估计”的光线与物体交点处位置。为了准确追迹光线，可以使用迭代来找到确切的交点。可以为光线追迹准确地对 OpticStudio 的所有物体的实际表面形状进行建模；光线追迹的准确性不受绘图精度限制，只要绘图精度足够提供充分的初步估计。

[光源](Source)

物体光源选项在“物体属性”窗口的“光源”部分中设置。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。



“光源”部分用于定义光源物体的属性，包括偏振状态，相干长度以及从 NSC 光源发出的光线的初始相位、位置和方向。有关重要信息，请参阅“定义初始偏振”。该选项卡支持以下控件：

偏振

随机偏振 如果勾选此选项，光源将随机发射偏振光。如果取消勾选此选项，可以使用此部分中的其它控件定义偏振状态。

初始相位 光线的初始相位（以度表示），360 度等于光程的一个波长。此设置仅影响依赖于光线相位的相干光线计算。

相干长度 光线传播的长度，该长度内相位已知，以镜头单位表示。有关相干长度影响的详细信息，请参阅“相干长度建模”。

Jx，Jy 分别为局部 x 和 y 方向的电场的振幅。

X-相位，Y-相位 分别为局部 x 和 y 方向的电场的相位（以度为单位）。

光线追迹

逆向光线选择此选项，可以反转每条光线的方向余弦。此选项也可以用于反转光源中光线的初始方向。（如有）应在考虑预传播距离后完成反转光线。

预传播 在通过 NSC 物体开始实际光线追迹之前光线传播的距离，以镜头单位表示。预传播将光线的起点沿光线方向余弦向前或向后移动。此功能用于在一个位置定义光线，但在不同位置沿光线路径开始光线追迹；例如，在光源附近物体的前面或后面。预传播距离可以通过考虑传播长度更改光线的初始相位和电场。如果选择逆向光线，则预传播在逆向光线之前发生。

体散射 通常，如果通过具有体散射介质的物体传播光线，则光线可能会在介质内散射多次。这是默认“多次”选项。如果选择“一次”选项，则光线的每个分支只能体散射一次。请注意，如果光线在散射之前分裂，则每条子光线可能会散射，因为每个子分支都是第一次散射。如果选择“从不”选项，则从此光源发出的光线将不会发生任何散射。此控件可用于对荧光进行建模。另请参阅“物体属性”窗口的“体散射”部分。

采样方法可用选项为随机和 Sobol。一旦光源模型的参数被定义，随机生成的光线可对离开光源的光进行建模。但是，并非总是希望得到真正的随机。原因是随机数往往不能均匀分布在采样参数空间（如果采样的数量很小）。随机数可以组合在一起，从而在采样空间留下相对较大的差距。在实践中，这意味着需要大量光线才能获得足够的采样，以产生各种平滑的光线。Sobol 采样广泛使用看似定性随机，但实际上是精心选择分布以便最佳“填充”以前未采样空间的一种采样算法。有关随机和 Sobol 采样的优点和缺点的详述，请参阅“随机与 Sobol 采样”。

阵列

阵列类型 此功能用于生成相同光源的阵列，所有光源都具有与“父”光源相同的属性。根据阵列类型，可以使用“光源”选项卡中的其它参数来定义阵列元素的数量和阵列的大小。支持的阵列类型为：

矩形：此阵列可用于在局部 X 和 Y 方向生成具有均匀间隔的 1D 直线或 2D 的光源阵列。可用的选项包括 X 和 Y 方向的光源数量，以及沿每个方向的阵列光源间隔（以镜头单位表示）。任一方向的光源的最小数为 1，最大数为 2000。光源在父物体位置的第一 (x) 列和第一 (y) 行从 1 开始编号。每个后续的光源沿第一行的每一列进行编号，直至达到 x 方向的光源的数量。将下一个光源放置在下一行的第一列中，然后再次沿该行的每一列继续编号，直至放置所有光源。

圆形：此光源阵列是以父光源坐标作为中心的一个圆。光源在以镜头单位表示的指定径向坐标中的某个角度等距。第一个光源在 XY 平面上为 0 度，光源围绕圆以逆时针方向（俯视 -Z 轴）放置，直至放置所有光源。

六边形：此阵列是等距的光源圆环阵列。第一个“环”位于父光源的位置，并将第一个光源放置在此位置。第二个环包含 6 个光源，等角度间隔，在 XY 平面上 +90 度开始作为第二个光源，光源围绕第二环所在的圆以逆时针方向（俯视 -Z 轴）放置，直至放置所有 6 个光源（光源编号为 2 至 7）。第三个环包含 12 个光源，第四个环包含 18 个光源，样式依此类推，直至到达最后一个环。最多支持 20 个环。间隔参数为相邻环之间的径向间隔。

六角形：此类型形成具有六角对称性的阵列。第一个“环”包含一个位于父光源位置的光源。第二个“环”包含 6 个光源，以六角形样式围绕中心光源放置。第三个“环”包含 12 个光源，放置在第二个环的外部，样式依此类推，直至到达最后一个环。最多支持 20 个环。间隔参数为六角形区域的整个高度，即同一列中光源之间的垂直间隔。此阵列的编号规定为从最左侧（-x 坐标）列的底部（-y 坐标）为 1 开始，然后在最左侧列向上移动，最后从位于右边的下一列的底部开始，沿该列向上移动。样式依此类推，直至到达位于最右侧列中的顶部光源。

对于光源的所有阵列，如果光源的总数超过 10,000，则不绘制光源物体。将光源的参数设置（如输出光线条数、分析光线条数和光能量）应用到阵列中的每个光源中。例如，能量为 1 瓦光源的 3 x 3 阵列将产生 9 瓦。

颜色/光谱

光源颜色、光谱和波长从/到 这些设置用于选择为光源生成光谱模型的方法。可以通过多种方法

对光源的光谱内容进行建模。光源可以是单色，也可以是涵盖某些可见光谱区域所表示复合颜色，如橙色或白色。可用光源颜色模型如下所述。

系统波长：如果选择此选项，将使用系统波长对话框中定义的单色波长。系统波长在“波长”中描述。定义系统波长后，用于光线追迹的波长通过光源使用的波数来定义。波数是 NSC 编辑器中所有光源使用的其中一个参数。有关完整描述，请参阅“适用于所有光源物体的参数”。这是“光源颜色”的默认设置，也是使用系统波长的唯一设置。

CIE 1931 三色刺激值 XYZ：此光源颜色模型可以使用通常给出的名为 X、Y 和 Z 的三个 CIE 三色刺激值定义光源的颜色。有关生成的光谱表示所需颜色的重要信息，请参阅“光谱拟合算法”。请注意，尽管 Y 值通常表示光源的整体亮度（以流明为单位），但在定义光源颜色时 OpticStudio 不以此为目的使用 Y 值。可以单独设置光源的能量或亮度；有关完整描述，请参阅“适用于所有光源物体的参数”。OpticStudio 内部会将 XYZ 值归一化为 1 流明，用于计算光谱。

CIE 1931 色坐标 xy：此光源颜色模型基本上与上述 XYZ 模型相同，除使用归一化色坐标以外。OpticStudio 将 xy 值转换为 XYZ 值，然后按照“光谱拟合算法”中所述的步骤执行。

CIE 1931 RGB（饱和）：将 RGB 值转换为 CIE XYZ 坐标，并且随后用于计算光谱的方法与用于计算 CIE 1931 三色刺激值的方法相同。注意，RGB 颜色是完全饱和的 RGB 颜色，这意味着 8 位阶 (128, 128, 128) 的颜色（如灰色）对于最大亮度 (256, 256, 256) 已饱和，且将显示为白色。灰色和白色，或者任何深色和浅色的颜色光谱没有差别，只要保持相对色值。

等能白光：这可以在整个波长范围内以指定的离散波长编号生成等能白光。

D65 白光：定义 X = 0.9505，Y = 1.0000，Z = 1.0890，即计算机显示器上的 D65 白色。

色温：根据温度（以开尔文为单位），计算 XYZ 三色刺激值以生成与指定温度黑体相同的颜色，并且按照如上所述为 CIE 1931 三色刺激值计算光谱。注意，这不是真正的黑体光谱，但光谱拟合可生成与该温度的黑体相同的颜色。

黑体辐射光谱：根据温度（以开尔文为单位），这可以在指定的波长范围内生成真正的黑体光谱。此颜色模型并不局限于可见光谱。

光谱文件：此颜色模型可以从文件中读取波长值和权重。有关文件格式的详细信息，请参阅“定义光谱文件”。

CIE 1976 u′ v′：此光源颜色模型基本上与上述 XYZ 模型相同，除使用归一化 u′ 和 v′ 色坐标以外。OpticStudio 将 u′ 和 v′ 值转换为 XYZ 值，然后按照“光谱拟合算法”中所述的步骤执行。

请注意，对于除系统波长、等能白光、黑体辐射光谱和光谱文件以外的所有光源颜色设置，光谱必须拟合以表示选定的颜色。请参阅“光谱拟合算法”。

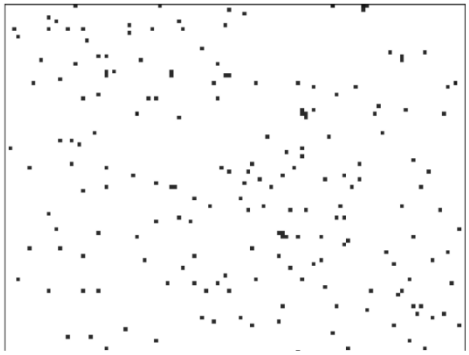
[随机与 Sobol 采样](Random vs Sobol Sampling)

一旦光源模型的参数被定义，便可模拟离开光源随机生成的光线。此过程包括生成随机数，以该值的一定比例来表示起始坐标的值和光线的方向余弦。注意，起始坐标描述近场光源属性，而方向余弦表示远场属性。

但并非总是希望得到真正的随机。原因是随机数往往不能均匀分布在采样参数空间（如果采样的数量很小）。随机数可以组合在一起，从而在采样空间留下相对较大的差距。在实践中，这意味着需要大量光线才能获得足够的采样，以产生各种平滑的光线。

一种解决方案是使用看似定性随机，但实际上精心选择分布以便最佳“填充”以前未采样的空间的一种采样算法。一种广泛使用的算法是称为 Sobol 采样的伪随机采样算法。有关此算法的详述，请参阅 Press、Flannery、Teukolsky 和 Vetterling 合著的《Numerical Recipes》，由剑桥大学出版社出版。

下图显示了两个矩形光源的近场光线样式。此处显示的第一种光线样式使用随机采样。注意，分布没有任何明显的周期性伪迹。

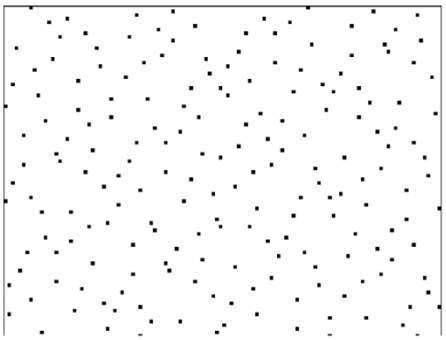


一些光线彼此非常接近，而其它相对大的区域则不包含任何光线。在实践中，这将在探测器上生成“噪声”辐照度分布，因为一些像元将包含一条或两条光线，而其它像元将不包含任何光线，即使光源采样均匀。

对于随机光线，信噪比 (SNR) 大约由 N / sqrt(N) = sqrt(N) 给出，其中 N 为每像元的光线数。对于具有许多像元的大探测器，可能需要大量的光线才能获得较高的信噪比。例如，假设在均匀光源的最佳情形，具有 10,000 个像元的探测器将需要大约 1 亿条光线才能获得信噪比 100。对于更实际和现实的光学系统，光线数量越少，则获得的信噪比越低。

下图显示了使用 Sobol 伪随机采样格点在相同探测器上追迹相同数量光线的情形的。注意，如果光线分布越均匀，则差距相对较少且彼此非常接近的光线越少。随着追迹的光线的数量增加，光线会始终选择探测器上位于已经追迹的光线之间的点，从而使得分布更精细且更均匀。由于这已超出本文讨论的范围，

因此使用 Sobol 采样的信噪比大约接近于 N，而不是 sqrt(N)。对于上例中的 10,000 个像元，只需要追迹大约 100 万条光线就可获得信噪比 100，效率提高了 100 倍。



Sobol 算法有两个缺点。第一，有时光线分布中存在人眼可以察觉到的细微伪迹。

对于某些光学系统，如果采样太低，则这些伪影可以显示在探测到的辐照度中作为假的伪周期结构。第二，使用 Sobol 算法生成的光线始终相同。

追迹 M 条光线，然后追迹 M 条以上光线，将会生成与追迹第一组 M 条光线完全相同的结果；而追迹 2M 条光线将生成不同的结果。这就是为什么当在视图上绘图时使用 Sobol 采样的光源将始终追迹完全相同的光线的原因。要获得不同光线的唯一方法是同时追迹大量的光线。尽管如此，使用 Sobol 采样一般可以使用比随机采样更少的光线产生更快的收敛。

并非所有光源模型都需要或支持 Sobol 采样。如果光源模型不支持 Sobol 采样，则此控件将显示为灰色。一些光源模型仅为生成的光线的某个部分提供 Sobol 采样，如光线起始坐标处，而非光线的其它部分，如光线起始方向余弦处。对于支持 Sobol 采样（无论是为生成光线的某个部分还是所有部分）的所有光源，当第一次将此方法添加到系统后，它将是光源的默认采样方法（如光源选项卡中给出）。

光谱拟合算法

OpticStudio 无法追迹非单色“光线”。每条追迹的光线都必须拥有唯一的波长，这样才可以准确计算折射率、反射率、透射率、体吸收率、衍射率以及其它效应。为此，必须通过离散波长的光谱来表示不是单色的光源。

重要的是要了解给定的光源复合颜色（如浅蓝），潜在的单色光谱不是唯一的。具有相同三色刺激值的加权离散光谱数量是无限的。在使用三色刺激值或其等效值定义光源的颜色时，OpticStudio 必须计算表示该颜色的相应光谱。得出离散波长，并进行相应加权，然后进行追迹。

用户控制生成光谱需要 3 个输入：最小波长、最大波长和波长编号。OpticStudio 将生成所定义范围的均匀间隔单色波长的光谱。例如，如果最小波长为 0.500，最大波长为 0.700，且使用 5 个波长，则选择的波长将为 0.500、0.550、0.600、0.650 和 0.700（在 OpticStudio 中，所有波长均以微米为单位）。OpticStudio 将计算每个波长的 XYZ 响应，并确定每个波长的最佳加权以生成所需的整体 XYZ 颜色。由此生成的“最佳拟合”XYZ 三色刺激值将显示在输入的光谱下方。此外，将会显示最佳拟合颜色的等效 RGB 颜色以供参考。当使用拟合生成所需的 XYZ 颜色时，最小和最大波长必须介于 0.380 和 0.830 微米之间，这是光线可视范围的实际程度，并且三色刺激 Y 响应不为零。

请注意，最佳拟合 XYZ 值可能与所需的值不同。如果光谱中的波长少于两个，或者如果波长范围不足够宽，或者如果无法表示所需的 XYZ 值，则有可能会发生这种情况。在后一种情况下，这通常是因为 XYZ 值不是实际值且不在 CIE 色度图上的可见区域内 — 例如，三色刺激值 (1, 1, 18) 与任何可见颜色不对应。

在确定光谱后，OpticStudio 将从光谱值中随机选择要追迹的波长，然后根据通过拟合过程确定的相对权重进行加权。要查看在拟合中实际使用的波长和权重，请使用“分类数据报告”中所述的分类数据报告。

定义光谱文件

光谱文件为文本格式，扩展名为 *.SPCD，并放置在 <objects>\Sources\Spectrum Files 文件夹中（参阅“文件夹”）。文件用于光源颜色模型中的用户自定义光谱。文件格式为数字对，格式如下：

```
# comment <optional>
wavelength1 weight1
wavelength2 weight2
etc...
```

波长值以微米为单位，且必须以升序列出。权重值以无量纲相对能量单位表示。至少可以定义 3 对数据点，但不得超过 200 对数据点。

如何从光谱中选择光线

定义光谱后，OpticStudio 将根据每个波长的相对权重从光谱中随机选择波长。相对权重为另一个波长相对权重两倍的光线通常被追迹两次，因此将追迹另一波长的两倍数量的光线。如果波长的相对权重很低，则要追迹的波长的光线将更少，并且这可能会导致对与该波长相关联的数据的采样不够充分（噪声越多）。

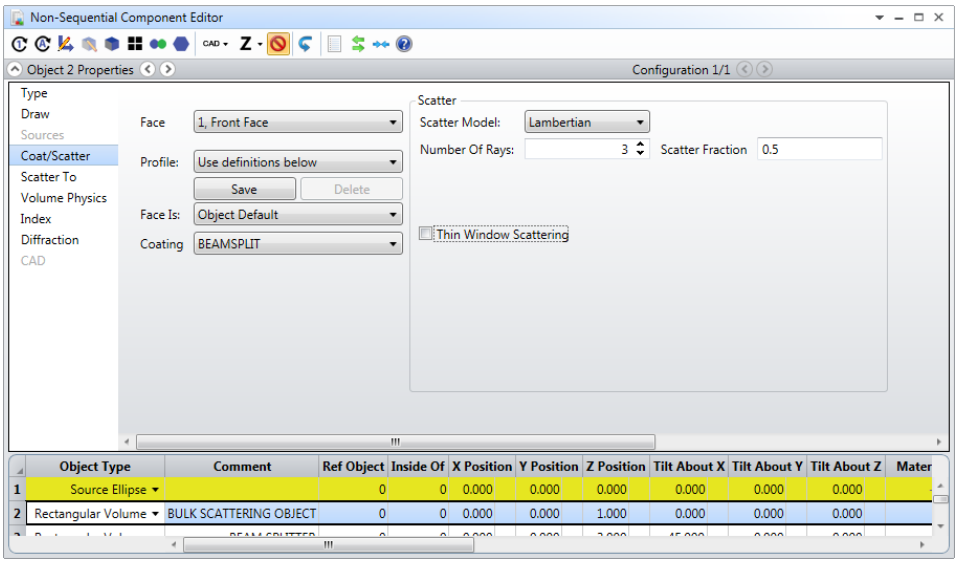
如果光源单位为瓦或焦耳，则每条光线具有相等光通量（或能量），并且追迹的所有光线的总光通量将完全等于光源的总光通量。但是，如果光源单位为流明，则情况可能会有所不同。要正确计算检测到的光线的真实颜色，OpticStudio 必须根据光源的光谱分布将光线单位从流明转换为瓦。每根光线将被分配得到同样瓦特的能量，再在系统中进行光线追迹。光线到达探测器后，再用光线的波长将光线单位转换回流明。由于光线的数量是固定的，并且光线波长是随机选择的，因此总光通量（以流明为单位）不会与为光源指定的值完全相同。一般来说，如果追迹合理数量的光线，则总流明将非常接近定义的光源流明值。

通过光源颜色模型使用 ABg 散射

有关 ABg 系数缩放的重要信息，请参阅“ABg 数据的波长缩放”。

[膜层/散射](Coat/Scatter)

物体膜层和散射选项在“物体属性”窗口的“膜层/散射”部分中定义。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。



“膜层/散射”部分支持以下控件：

面 将要设定属性的面。对于导入的 CAD 物体，请参阅“物体属性”窗口的“CAD”部分。面是物体中使用相同光学属性的的一个或多个表面的集合。例如，对于单透镜，有 3 种面：前表面、后表面和其余所有面（包括边缘和边缘周围的方形面）。在这种情况下，可以应用三种不同的膜层；如果透镜的所有面都使用膜层，针对每个面组各应用一个膜层。请注意，可以在一个面编号中组

合多个表面，并且同一面组中的所有表面都具有相同的光学属性。有效的面编号为 0 至 50，尽管大多数物体具有 4 个以下的面。

描述 描述是一系列与应用到物体表面的镀膜和散射模型数据有关的设置。假设光学系统中的多个物体都是同一材料制成，且具有相同的膜层和散射属性。可以一次键入数据，然后将其保存到描述，而不是为每个物体和面键入相同的数据。保存后，任何其它物体面都可以使用相同描述。描述存储在文件中，该文件名在“系统选项”的“文件”中指定；有关详细信息，请参阅“散射描述”。如果此物体需要唯一设置，则选择“用下列定义”来编辑散射参数。如果已选择描述，则将禁用膜层和散射数据框，因为此面的膜层数据已由选定的描述定义。但是，这个设置还是会被显示出来。

保存 保存当前散射设置作为新描述。按此按钮将会提示输入新描述的名称。

删除从散射描述文件中删除当前选择的描述。

面为 此设置控制面是折射、反射还是吸收。“物体默认”表示面为折射、反射还是吸收，取决于在 NSC 编辑器中定义的材料类型。“反射”是指面始终反射，“吸收”是指面始终吸收。注意，“反射”假设表面涂覆有厚铝层，折射率为 0.7-7.0i（在 0.55um 时）。假设铝层足够厚，没有光线穿过铝层。

膜层 要应用到具有选定面编号的表面的膜层。膜层在系统膜层文件中定义；有关详细信息，请参阅“在 OpticStudio 中定义膜层”。

偏振和镀膜

通过非序列组件追迹的光线追迹时可以考虑偏振影响，也可以忽略偏振。光线的初始偏振状态由光源属性确定，请参阅“物体属性”窗口的“光源”部分。如果使用偏振光追迹，将会在所有表面考虑光的透射、反射和吸收。还会考虑体吸收情况。薄膜会严重影响光学表面的透射和反射属性。表面最初没有镀膜，但表面或表面组之后可能使用膜层。

为接触面添加膜层

如果两个表面接触，例如放置两个 45-45-90 棱柱，以使一个棱柱的一个面与另一个棱柱接触，则可以在接触面“之间”应用膜层。为此，可使用文中“物体放置”一节中介绍的相同约定。规则是：NSC 编辑器中列出的后一个物体的接触表面的属性决定两个物体之间的接触面的属性。例如，在经过排列构成的分束器的两个棱柱间的接触面上放置金属薄膜时，列出的第一个棱柱体的接触面应该“不加膜层”，而列出的第二个棱柱体的接触面应该加上相应的薄膜。这样无论光线从哪一侧入射到该接触表面，所应用的膜层都将是正确的膜层，并且可以准确计算光线透射率和/或反射率。注意，作为 POB 几何体建模的棱柱的不同表面可以应用不同的膜层，因此某些表面可能使用增透膜层，而某些表面使用反射膜层。

[散射模型](Scattering Models)

依据概率分布函数定义散射模型。当 OpticStudio 将光线散射时，将会选择新的传播方向。该方向通过使用概率函数以及一个或多个随机数字来选择。净效应为，如果追迹了多条光线，则所得散射光线分布将接近概率分布函数。有七个散射模型可供使用：无、朗伯、高斯、ABg、ABg 文件、BSDF 和用户自定义。下面总结了每个可用的散射模型，但是有关详细的技术说明，请参阅“散射”。

无散射 默认散射模型为“无散射”，这意味着不会发生散射。得到的光线为非散射或“镜面反射”光线（即使表面实际并非反射性）。双向散射分布函数 (BSDF)，即单位入射辐照度的散射辐照度为零。

朗伯 在朗伯散射模型中，散射光线投影矢量在单位圆的任何地方具有相同概率，而 BSDF 刚好为 1/π。散射强度与法向矢量和散射光角度之间角度的余弦成比例。请注意，朗伯散射与光线入射角无关。大多数漫反射表面都近似朗伯模型。尽管在序列表面对话框中，朗伯也是可选的有效选项，但序列模式中使用该模型散射的光线只能沿前方任意方向传播，这导致光线以足够大的角度散射，从而不能正确地通过其余光学系统去传播。

高斯 在高斯散射模型中，散射分布在方向余弦空间中旋转对称，无论镜面反射光线相对于表面法线成什么角度。BSDF 表达式（参阅“散射”）包含无量纲值 σ，该值决定投影的平面上高斯分布的宽度。大于大约 5.0 的值将得到近似朗伯的 BSDF。因此，允许的 σ 最大值为 5.0。

ABg ABg 散射模型是一种广泛用于定义 BSDF 的方法。在散射主要来源为各向同性表面粗糙度并且该粗糙度和所散射的光波长相比较小时，此散射模型通常是一个很好的模型。这些假设通常对抛光的光学表面有效。有关详细的技术说明，请参阅“散射”。

ABg 文件 ABg 文件散射模型可用一组 ABg 配置文件定义表面的散射属性。在文本文件中指定了要使用的配置。文本文件必须有扩展名 .ABGF 并且必须位于 <data>\ABg_Data 文件夹（参阅“文件夹”）。ABGF 文件中指定的所有配置必须在当前加载的 ABg 数据文件中定义（参阅“ABg 数据文件”），并且所有配置必须使用大写字母定义（不考虑 ABg 数据文件中配置名称的大小写）。

BSDF BSDF 散射模型可使用表格 BSDF 数据来定义表面的散射属性。数据通过文本文件提供。文件必须遵照标题为“BSDF 数据交换文件格式规定”的文章中所述的 BSDF 数据交换文件格式，该文章可在 OpticStudio 知识库中找到。OpticStudio 允许为反射率和折射率定义单独的 BSDF 数据。如果镜面反射光线反射或折射，则光线随后使用来自适当的输入文件中的数据散射。对于提供散射模型的文件，必须具有 .BSDF 扩展名（如介绍文件格式的文章所示），并且必须位于 <data>\Scatterdata 文件夹（参阅“文件夹”）。标题为“How to Use Tabular Data to Define the Surface Scattering Distribution”的知识库文章中已提供有关此模型及其用途的完整描述，OpticStudio 网站上也提供了此文章。

用户自定义散射 可以通过动态链接库 (DLL) 这一外部程序对其他普遍的表面散射进行定义。

OpticStudio 随附提供了示例 DLL，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新 DLL。有关详细说明，另请参阅“关于 DLL 的注解”和“散射 – 用户自定义散射”。

IS 散射库 IS 散射库散射模型允许使用通过 OpticStudio IS-SA™ 器件测量的数据来定义表面的散射属性。数据通过二进制 ISX 文件提供，数据库随 OpticStudio 一起提供（参阅“下载 IS® 散射库数据”）。

OpticStudio 允许为反射率和折射率定义单独的数据。如果一束光线经过反射或折射，则光线随后使用适当的输入文件中的数据散射。对于提供散射模型的文件，必须具有 .ISX 扩展名，并且必须位于 <data>\Scatterdata 文件夹（参阅“文件夹”）。文件名可以包含的最大字符数（包括 .ISX 扩展名）为 60。

此模型的功能与上述 BSDF 散射模型很相似，标题为“How to Use Tabular Data to Define the Surface Scattering Distribution”的知识库文章中提供的许多说明同样也适用于此模型。同时，OpticStudio 也可以读取 ISX 文件中的光谱信息（如果存在此类信息）。因此，此模型支持有波长的散射变体。

用户可以指定读取 ISX 文件数据使用的角分辨率。当前的 OpticStudio 选项包括 5 度、2 度和 1 度，其中的值是指极（径向）和方位角方向的角分辨率。如果需要不同的分辨率选项和/或更高的分辨率，请联系 OpticStudio 技术支持部门。

IS-SA 可用于测量散射采样面的前面或后面，或同时测量这两面。用户必须指定定义表面散射分布所使用的具体采样面。如果用户选择未提供数据的一面，OpticStudio 会发出错误消息，并强制选择另一可用面。

ISX 文件包含来自采样面光散射的完整能量分布（反射率和/或折射率）。同样，没有任何自由度可指定独立面性质、应用此散射模型的任何表面的膜层或散射分数，在为某表面选择 IS 散射库散射模型后，这些控件将变为灰色。

散射分数和散射光线数

如果选择除“无散射”、“ABg”、“ABg 文件”或“IS 散射库”以外的散射模型，必须定义“散射分数”。此分数必须介于 0.0（没有光线散射）和 1.0（所有光线散射）之间。对于 ABg 和 ABg 文件散射模型，散射分数由 ABg 参数决定，请参阅“定义 ABg 数据”。对于 IS 散射库散射模型，分数始终是 1，无需用户控制此输入，因为该模型的总积分散射被明确包含在测量数据中。

如果关闭光线分裂功能，是否散射是由生成的 0.0 和 1.0 之间的一个随机数决定。如果此随机数大于散射分数，则此光线不散射，否则此光线散射。例如，如果散射分数为 1.0，则光线始终是散射的。如果散射分数为 0.0，则光线决不是散射的。如果散射分数为 0.25，则平均四分之一的光线是散射的。光线的所有能量均沿着随机生成的散射路径提供。如果关闭光线分裂功能，则不会影响散射光线的数量。

如果打开光线分裂功能，则 OpticStudio 会将镜面光线分裂为一个或多个散射光线，同时可能还要追迹镜面光线。镜面光线将收到一个初始能量的一部分，该分数等于 (1.0 - f)，其中 f 是散射

分数。其余的能量将均分到一个或多个散射光线中。所设置的散射光线的数量决定了将生成的散射光线的数量。例如，如果散射分数是 1.0，则镜面光线不会收到任何能量，并且不再进行追迹；所有能量都会均分到散射光线中。如果散射分数是 0.0，则不会追迹任何散射光线，并且镜面光线将保留最初的所有能量。如果散射分数是 0.25 并且散射光线的数量是 5，则镜面光线将收到的相对能量值为 0.75，5 条散射光线各自将收到的相对能量值为 0.05。如果散射光线的数量设为零，则忽略散射分数，并且不会出现散射情况。散射光线的最大数量是 300，但通常使用的值小得多。

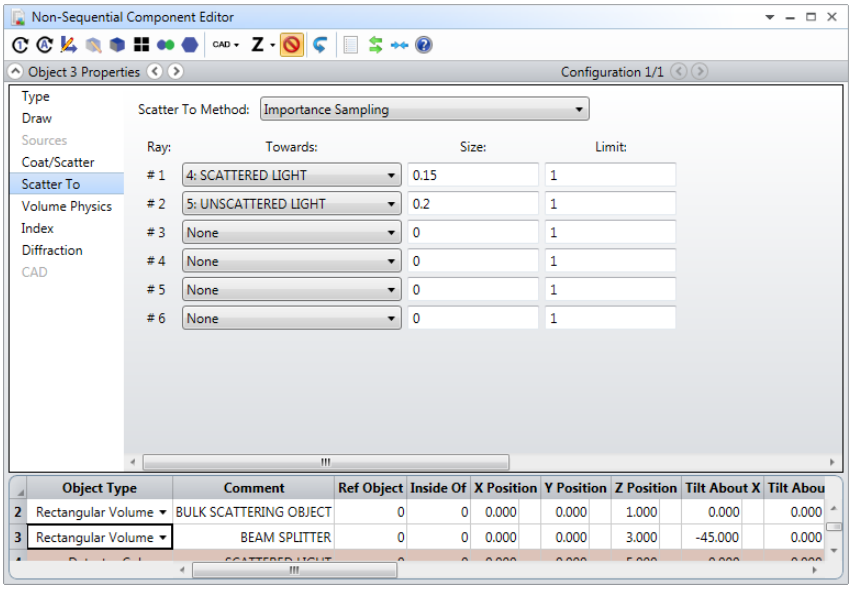
薄板散射

选择此选项后，光线仅在进入散射体时（如从空气中进入窗玻璃时）才反射式散射，并且仅在离开散射体时（如离开窗玻璃进入空气时）才透射式散射，否则光线将沿镜面光线路径而行。此选项通常用于对测量散射数据（即选择 BSDF 和/或 IS 散射库散射模型）的薄散射体建模。

在薄散射体中测量反射式或透射式散射时，反射 (BRDF) 和透射 (BTDF) 测量包含散射体中的所有散射路径。由于每一组数据（BRDF 或 BTDF）均包含所有真实散射路径，因此在使用 OpticStudio 对散射建模时需要合并这些路径。因此，选择“薄板散射”选项时，仅在从散射体中反射和透射时才发生散射。

[散射路径](Scatter To)

物体“散射路径模型”在“物体属性”窗口的“散射路径”部分中设置。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。



可能需要追迹大量光线，才能找到相对少量的照射到相关物体（例如探测器）的散射光线。有两种方法可提高散射分析效率。

第一种方法是，根据散射分布散射光线，但仅在光线向相关物体传播时才追迹光线。此方法可通过定义物体的“散射路径”列表来实施。“散射路径模型”适用于广角散射（例如朗伯散射），此时相关物体包含相对较大的角（从散射表面看）。

第二种方法是，始终向相关物体散射光线，然后归一化光线携带的能量，以说明实际向该方向散射光线的可能性。此方法被称为“重点采样”。如果散射角度小或相关物体包含相对较小的角（从散射表面看），则重点采样方法通常优于散射路径模型。

散射路径列表

通过忽略不直接向相关物体传播的散射光线，散射路径模型可加快散射分析速度。散射路径列表与考虑物体列表很相似（参阅“使用考虑物体列表定义光程”）。散射路径列表是一系列以空格分隔的整数物体编号。仅在散射光线与列表中的其中一个物体相交时，才追迹此光线。例如，假设物体 2 将散射路径列表定义为“3 4”。如果某光线从物体 2 散射，则仅在此光线与物体 2、3 或 4 相交时才追迹此光线。请注意，由于忽略了任何其它物体，因此散射光线会忽略没有明确列出的所有物体（或散射物体本身），即使该物体位于散射点和散射路径

列表中物体的光线路径之间，散射光线也会忽略该物体。

选择散射路径列表中的物体，不能保证将要追迹的散射光线到达此物体。散射光线根据入射光线到达物体的散射属性生成（参阅“散射”）。OpticStudio 会生成散射光线，然后忽略未与列出的所有物体相交的光线。此方法不能确保光线向列出的物体散射。但是，可以扩大散射光线的数量（参阅“散射分数和散射光线的数量”），以提高某些光线向所需方向散射的可能性。

要关闭“散射路径”功能，请将此列表留空。在这种情况下，将追迹所有散射光线。散射路径列表与考虑物体列表之间的主要区别是，散射路径列表仅适用于散射光线，而考虑物体列表适用于镜面光线和散射光线。

重点采样

重点采样可加快散射分析的速度，只要始终选择向所需方向传播的散射光线即可。要确定散射光线的方向，请定义一个目标球。目标球需按位置、尺寸和极值来定义。目标球位置可通过选择物体编号来定义。然后将此目标球放在所选物体的原点。可以使用任何物体类型，包括空对象。尺寸参数可以定义目标球的半径，以镜头单位表示。极值参数可用于定义从散射点处看目标球最大立体角（以球面度为单位）。如果从散射点处看的目标球立体角超过极值，则不能对该散射光线使用重点采样。下面将讨论此功能的作用。

当光线从表面散射时，可计算从散射点处看的目标球的方向和对向的立体角度。系统从此立体锥角中随机选择光线方向，选择概率一致。此方向将成为散射光线的方向。注意，此方向不依赖于表面的双向散射分布函数 (BSDF)。

由于无需考虑 BSDF 就可确定光线方向，因此必须修改光线携带的能量才能获得正确的光线追迹结果。散射光线携带的能量数量取决于表面的 BSDF 和 TIS，如下所示：

$$E' = E\frac{BSDF}{TIS}\Omega\cos\theta$$

其中 E 是应用重点采样之前分配给散射光线的能量，E’ 是向目标球追迹光线的能量数量，Ω 是从散射点处看的目标球的立体角度，θ 是局部法线与散射光线之间的角度，而 BSDF 和 TIS 是常用散射函数和总积分散射（参阅“双向散射分布函数”）。注意，仅当对目标球立体角度合理统一 BSDF 时，此能量重归

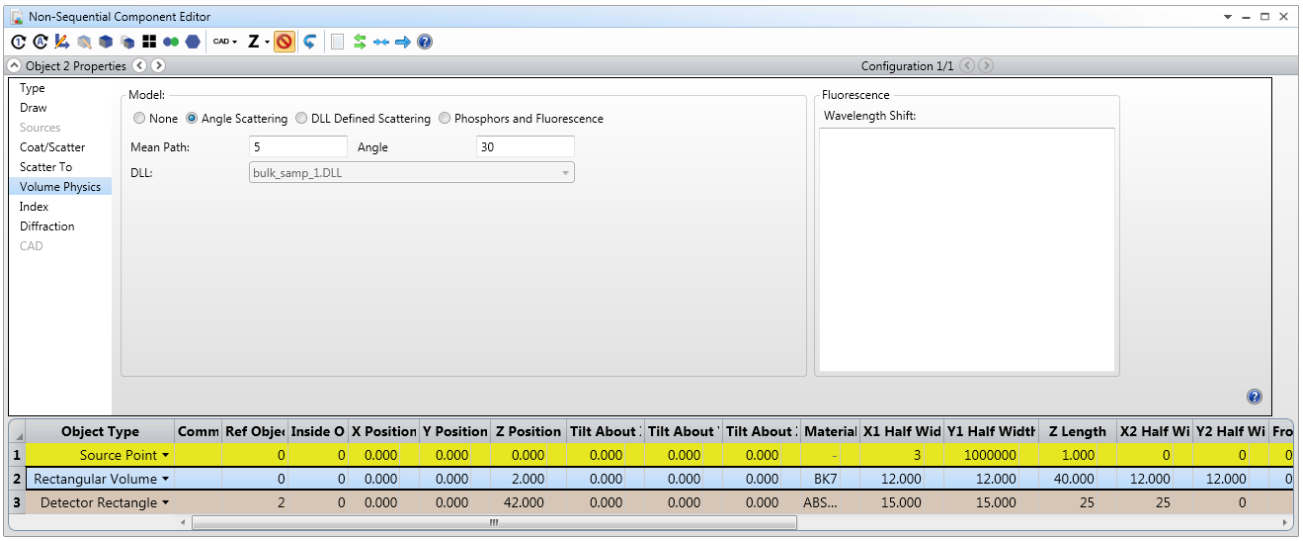
一化才准确。如果 Ω 值相对于 BSDF 的变化值变大，则能量归一化不准确。因此，可以定义极值。如果目标球距离散射点足够近，以使 Ω 超过极值，则不能对该散射光线使用重点采样。

最多可以为每个物体定义 6 个独立的目标球。如果选择一条散射光线，则使用第一个目标球。如果选择两个散射光线，则使用前两个目标球，以此类推，直至选择 6 条散射光线。如果选择 6 条以上的散射光线，第七条和之后的光线根据 BSDF 散射，并且不使用重点采样。能量归一化较复杂，当散射光线的数量与目标球的数量不等时，较易发生统计错误。为最快获得最准确的结果，请使用与目标球量完全相等的散射光线量。

[体散射](Volume Physics)

物体体散射方法、波长漂移和鳞光/荧光设置在“物体属性”窗口的“体散射”部分中定义。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。要设置从给定光源发出的光线可以体散射一次还是多次，请参阅“物体属性”窗口的“光源”部分。

以下截屏取自 OpticStudio 非序列模式散射样本文件“Bulk Scatter.ZMX”：



通过实体传播光线时体散射模型会随机散射光线。OpticStudio 支持 4 种用于实体体散射的模式：无、角度散射、DLL 文件散射和磷光/荧光。

无

这意味着选择无体散射，光线将通过实体传播，而不会散射。

角度散射

平均光程：发生的散射间的平均光程，以镜头单位表示。
角度：光线散射的角锥范围，以角度为单位。
有关角度散射模型的更多信息，请参阅帮助文件的“非序列概述”部分中的“体散射”。

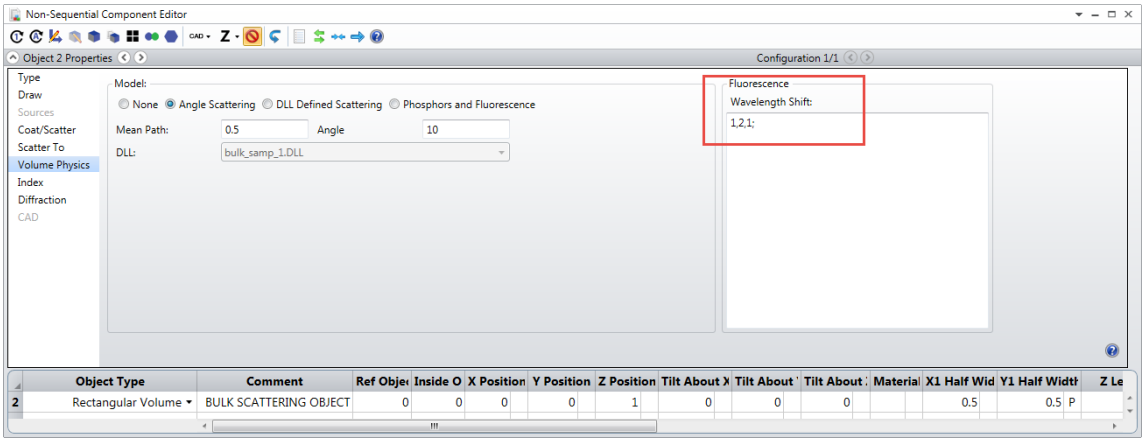
DLL 文件散射

平均光程：发生的散射间的平均光程，以镜头单位表示。
角度：光线散射的角锥范围，以角度为单位。

DLL：定义散射函数的 DLL 的名称。
其它参数值：以下参数值用于定义要传递到 DLL 的参数。要构建这些参数变量或根据多重结构进行控制，请使用 NPRO 操作数；有关详细信息，请参阅帮助文件的“优化概述”部分中的“NPRO”操作数。
有关 DLL 散射模型的更多信息和示例，请参阅帮助文件的“非序列概述”部分中的“体散射”。

波长漂移

波长飘移控件用于定义在发生体散射过程中的波长转换。此功能主要用于对荧光进行建模。要控制一条光线可以进行的体散射次数，请参阅“物体属性”窗口的“光源”部分。



语法为“in, out, prob”，其中“in”为输入波长编号，“out”为输出波长编号，“prob”为在波长中追迹光线时发生此漂移的相对概率。可以使用分号分隔来定义多个转换。可以为同一输入波长定义仅相对于其它波长漂移的概率值。此外，当使用光源颜色模型（而非系统波长）时不支持波长漂移。
以下是一些示例：

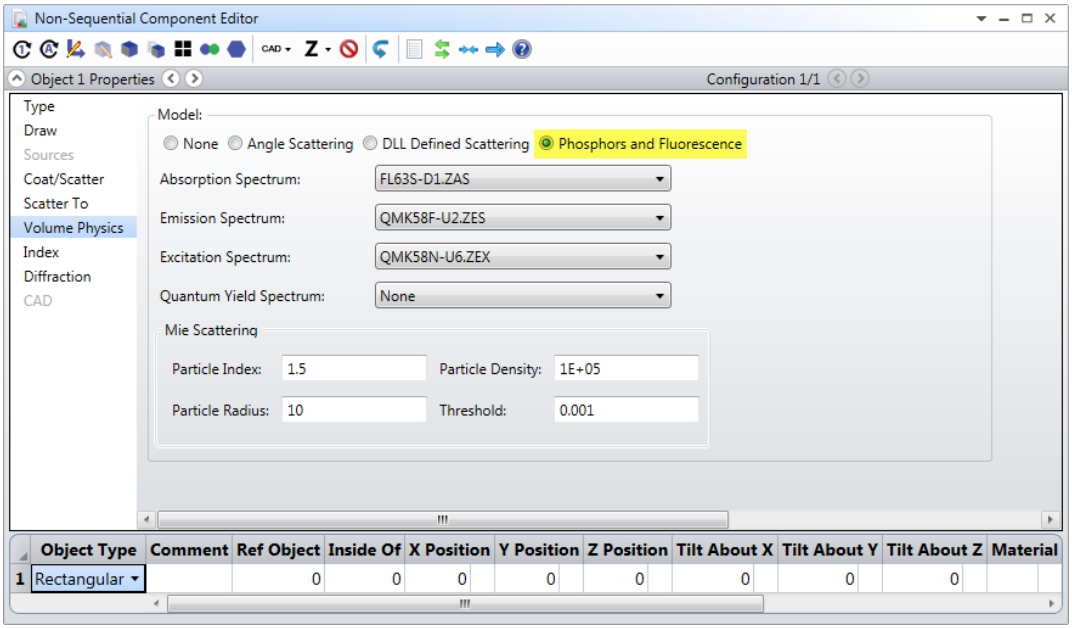
- 示例 1：输入的单波长 (#1) 将漂移至另一个单波长 (#2)：“1,2,1.0”。
- 示例 2：输入的单波长 (#3) 将漂移至波长 #4 或 #5 的相对概率为 6.0 至 1.5：“3, 4, 6.0; 3, 5, 1.5”。
- 示例 3：输入的单波长 (#1) 将漂移至波长 #2 的概率为 50%，漂移至波长 #3 的概率为 40%，剩余 10% 的概率将保持在输入波长：“1, 2, 50.0; 1, 3, 40.0; 1, 1, 10.0”。

- 示例 4：波长 #2 和 #3 同时漂移至波长 #5 的概率为 100%：“2, 5, 1.0; 3, 5, 1.0”。
- 示例 5：波长 #1 漂移至波长 #2，且如果再次发生体散射，波长将漂移至波长 #4 和 #5 的概率分别为 50%：“1, 2, 1.0; 2, 4, 50.0; 2, 5, 50.0”。

磷光和荧光

只有 OpticStudio 旗舰版才提供此功能。

光致发光是某些光学活性分子在较长波长下光吸收、向下转换和再发射的现象。此功能通过使用吸收、发射和量子效率光谱数据来模拟此现象，这些数据以文本文件的形式提供。光致发光模型可以选择性地结合 Mie 体散射模型使用，来对散射材料内含的光致发光材料进行建模。



要在非序列模式下将光致发光模型应用到物体，请打开“物体属性”下拉菜单。在“体散射选项卡”中，选择“磷光和荧光”单选按钮。有两种光致发光模型：基本与标准。这两种方法都在下面进行了表述，但是在多数情况下都建议使用标准模型；基本模型只支持向后兼容。下面讨论中描述了标准模型。基本模型的描述也可以在下方题为“基本模型”的小节中找到。

标准模型

这些设置被分为两个部分，分别控制光致发光和实体中的 Mie 散射。

光致发光数据

吸收光谱、发射光谱、激发光谱和量子效率光谱：见“光谱文件”中的小节。

消光系数：指定消光波长下的消光系数。作为一个缩放因子，将任意单位的吸收光谱转化为与波长相关的消光系数。单位是 $Molar^{-1}cm^{-1}$。

消光波长：指定了消光系数的消光波长。这个波长必须介于吸收光谱中定义的最小波长和最大波长之间。单位是微米。

密度：光致发光粒子的密度，每立方厘米粒子的密度。

消光波长处的平均自由程：在用户指定的消光波长上，根据输入参数值和吸收光谱计算的光致发光平均自由程，以镜头单位表示。

与波长有关的光致发光平均自由程是由消光系数$\epsilon(\lambda)$决定，而相反消光系数则依赖于吸收光谱$A_{meas}(\lambda)$。以任意波长计算的消光系数为：

$$\epsilon(\lambda) = \frac{\epsilon(\lambda_x)}{A_{meas}(\lambda_x)} A_{meas}(\lambda)$$

其中λ_x为消光波长。对任意波长入射光的平均自由程$l(\lambda)$由以下公式计算：

$$l(\lambda) = [\epsilon(\lambda) * c * \ln(10)]^{-1}$$

其中ϵ为消光系数，c 为荧光物质的摩尔浓度（mol/L）,由用户提供的密度转换而来。

消光波长在哪里?计算任意入射波长的平均自由路径:

其中ϵ为消光系数。c 为荧光粉的摩尔浓度(mol/L)，由用户提供的密度转化而来。

光谱文件

必须同时在吸收光谱和发射光谱的下拉菜单中设置光谱文件。此外，必须为激发光谱或量子效率光谱两者中的其中一个设置光谱文件。单选按钮可以用来在激发光谱和量子效率光谱之间切换。

吸收光谱

吸收光谱A(λ)表示一个光子被吸收的概率。与输入和输出强度有光：

$$I_{transmitted} = I_{incident} 10^{-A(\lambda)}$$

吸收光谱在 .ZAS 文本文件中定义，该文件存储在 <..\Documents\Zemax\ Objects\Phosphors and Fluorescence Files> 中。此文件包含用于定义吸收光谱的双精度浮点波长和概率值。文件头指定文件中数据对的数量和波长单位标记（用 0 表示微米，用 1 表示纳米）。吸收光谱至少必须包含五个波长。

```
!comment
#_of_points wavelength_unit_flag
wavelength probability
```

如果光线的波长落在吸收光谱范围的外部，则它就不会被吸收且只会进行米氏散射。

发射光谱

发射光谱是光致发光发射的光子强度光谱，单位为计数/秒。此光谱用于计算光线的发射特定波长的概率光谱。根据此概率光谱，任何向下转换光线都是概率分配的新波长。ZES 文件存储在 <…\Documents\Zemax\ Objects\Phosphors and Fluorescence Files> 中，其中包含用于为不同入射光波长定义多个发射光谱的值的网格：

```
!comment
#_emission_wavelengths #_incident_wavelengths wavelength_unit_flag
incident_wavelength_1 ... incident_wavelength_n
emission_wavelength_1 relative_power ... relative_power
emission_wavelength_2 relative_power ... relative_power
```

注意，一些源使用光谱辐射通量的单位来定义发射光谱，而有些则使用光子通量。OpticStudio 使用后者来定义发射光谱。使用发射光谱时，确保单位是计数/秒。如果定义了五种或

更少的入射光波长，则将使用线性插值法插入中间值。如果定义超过五种入射光波长，则将使用三次样条插值法进行插值。如果只使用一种入射光波长，则该波长适用于所有入射光波长。

发射光谱必须至少包含五种发射波长。

光线只能漂移至比其原始波长更长的波长。不允许向上转换至更短的波长。

量子效率光谱

用户提供的量子效率光谱Q(λ)是下转换过程的效率，但不考虑向下转换对光线强度的影响。当使用量子效率光谱时，OpticStudio 通过量子效率乘以入射和发射波长的比值来计算波长偏移对强度的影响，即所谓的斯托克斯位移：

$$I_{emitted} = I_{incident} Q(\lambda_{in}) \frac{\lambda_{in}}{\lambda_{emitted}}$$

，

必须提供激发光谱或量子效率光谱两者中的一种光谱文件。ZQE 文件存储在路径 <…\Documents\Zemax\ Objects\Phosphors and Fluorescence Files> 中，其中包含用于为不同入射光波长定义多个发射光谱的双精度数值对：

```
!comment
#_of_points wavelength_unit_flag
wavelength yield
```

请注意，如果在 ZQE 文件中只列出一个效率值，则将其用于所有波长。

激发光谱

激发光谱除了与*包括* 更改波长对强度的影响外，与量子效率光谱类似。是用于定义与波长相关效率因子 F有关的效率光谱：

$$I_{emitted} = I_{incident} F(\lambda)$$

必须提供激发光谱或量子效率光谱两者中的一种光谱文件。注意 OpticStudio 对激发光谱的定义不同于其他一些文件，其他定义可以交换激发光谱和吸收光谱。激发光谱保存为 ZEX 文件，存储在路径 <…\Documents\Zemax\ Objects\Phosphors and Fluorescence Files> 中，其中包含用于为不同入射光波长定义多个发射光谱的双精度数值对：

```
!comment
#_of_points wavelength_unit_flag
wavelength conversion_efficiency
```

如果在 ZEX 文件中只列出一个效率值，则将其用于所有波长。

所有效率值应为 1 或更小。将效率值设置为大于 1 可能会导致无法在系统中保存能量。

如果光线被吸收，但其波长落在激发光谱范围之外，其通量将被设置为零并终止。

米氏散射

在标准光致发光模型中，Mie 散射可以被考虑或忽略，使用“考虑米氏散射”开关。在知识

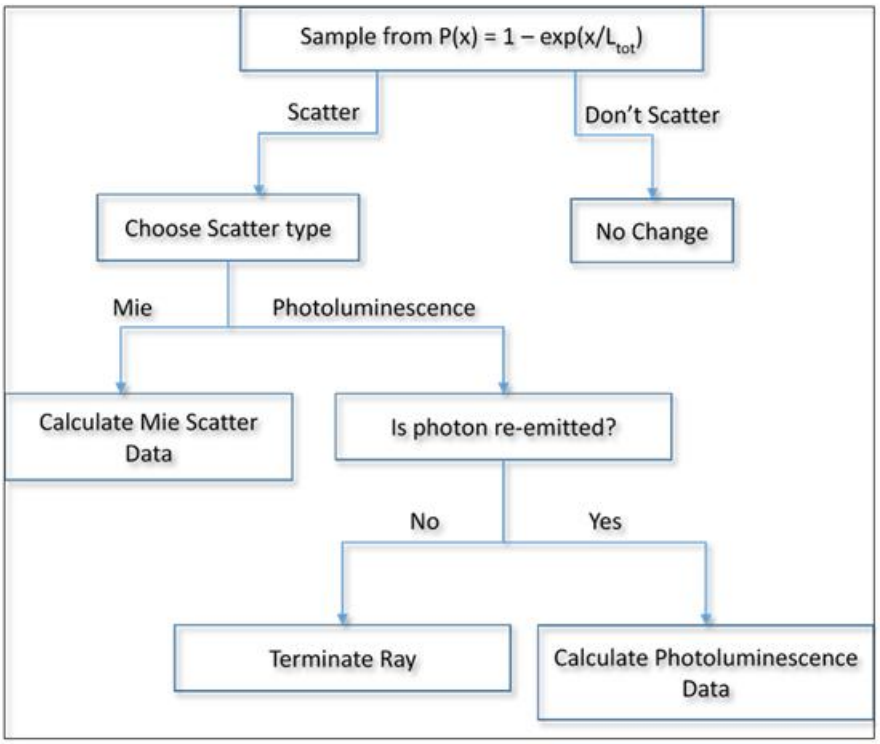
库文章“How to Simulate Atmospheric Scattering Using a Mie Model”中讨论了 Mie.dll 散射算法：粒子折射率、颗粒半径、阈值和颗粒密度都是在 Mie.dll 中定义的相同参数。请参阅：
http://www.zemax.com/support/knowledgebase/how-to-simulate-atmospheric-scattering-using-a-mie

平均自由程：米氏散射事件之间的平均路径，以镜头单位表示。该参数可直接输入 Mie 散射平均自由程中，作为从颗粒密度值中计算 Mie 平均自由程的替代方法。

散射计算

光致发光和 Mie 散射参数的结合，可以模拟含有荧光或磷光物质的散射(或非散射)材料。

当光线通过光致发光材料时，有四种可能的结果：可以发生 Mie 散射，进行光致发光，被吸收而不被重新发射，或不发生变化。实际发生的结果由以下流程图给出：



其中

$$L_{Tot} = \begin{cases} L_{Mie}L_{PL}/(L_{Mie}+L_{PL}) & \textit{如果勾选“考虑米氏散射”} \\ L_{PL} & \textit{其他情况} \end{cases}$$

L_{Tot} 是总的平均自由程，L_{Mie}是米氏平均自由程，L_{PL}是光致发光平均自由程。通过一个在 0 和 1 之间均匀分布的随机数 r 来得到散射类型。如果$\mathrm{r} < L_{Tot}/L_{PL}$，则光线进行光致发光。否则进行米氏散射。如果输入波长的量子效率或激发光谱值不为零，则光子重新发射。在这种情况下，从发射光谱中得到波长概率。否则，通过非辐射通道光子损失，在这种情况下，光线被终止。

如果光线进行光致发光并没有被终止，它将会在一个完整球体的任意随机方向上重新发射，独立于入射光方向。

如果光线进行的米氏散射，被散射到给定方向的概率是由 Mie 参数决定的，而不是随机的。

基本模型

基本模型可向后兼容，但推荐用户使用标准模型，因为标准模型中 Mie 散射和光致发光所使用独立的平均自由程是独立开的。

基本模型的设置除了不使用单独的光致发光平均自由程计算以外与标准模型类似。在基本模型中，光线发生光致发光的概率完全由 Mie 散射参数决定。如果光线的波长在吸收光谱范围内，并且发生体散散，那么它就会一直发生光致发光，同时也不可能经历米氏散射。

此外，基本模型中吸收谱$A(\lambda_{in})$的使用与标准模型中不同。它被定义为吸收进来的光子的概率。在基本模型中它作为强度辐射的比例因子。因此，当在基本模型中使用量子效率光谱时，下转换光线的强度是为：

$$I_{emitted} = I_{incident} A(\lambda_{in}) Q(\lambda_{in}) \frac{\lambda_{in}}{\lambda_{downconverted}}$$

如果使用激励光谱，则下转换强度为：

$$I_{emitted} = I_{incident} A(\lambda_{in}) E(\lambda_{in})$$

备注

只要每个事件满足上述条件，单根光线就可经历光致发光多重波长偏移。

光致发光模型仅适用于其光谱由“系统波长”对话框定义的光源。其光谱使用另一种方法（黑体，三色刺激数据等）定义的光源将不经历波长漂移。

一般情况下，光致发光对光线具有偏振影响，且此模型将在发生散射事件后随机产生偏振光。某些光致发光分子会显示荧光各向异性，在这种情况下荧光交互的结果是部分偏振光。但是，目前不支持此功能。如果此类模拟是您建模工作中的一个重要模拟部分，请向 OpticStudio 技术支持人员提交功能申请。

尽管在物理意义上可以发生光子上转换，但该模型设计用途不是模拟此类现象。如果这种现象对于您的工作很重要，请向 OpticStudio 技术支持人员提交功能申请。

[折射率](Index)

物体折射率设置在“物体属性”窗口的“折射率”部分中定义。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。

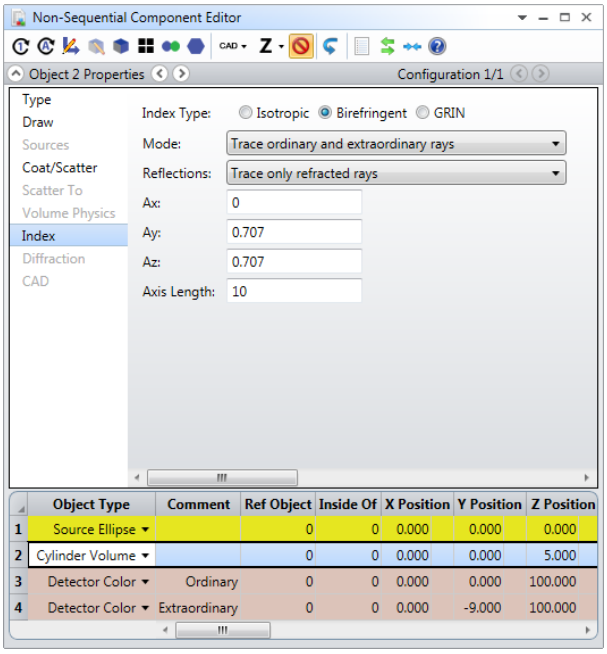
此部分用于定义各向同性、双折射或渐变折射率材料物体的折射率类型。

各向同性类型

忽略双折射，对各向同性介质物体进行建模，其折射率定义与实体材料相关。

双折射类型

双折射类型用于定义单轴各向异性材料（如方解石）实体的双折射属性。



设置：

模式 此控件用于选择实际追迹的光线。使用此设置不会更改能量的分布，未追迹光线所分配到的能量会显示在“能量损失（阈值）”总和中。可以追迹寻常光线或非寻常光线，或者同时追迹两种光线。波片模式沿寻常光线的路径追迹能量，但非寻常光线传播中也伴随着电场，并且总电场将通过寻常和非寻常方向的不同折射率旋转相位。

反射 此控件可用于确定将要追迹的光线是折射光线还是反射光线，或者两者皆有。注意，该控件会将在表面上全反射（TIR）的光线视为反射光线。

Ax/Ay/Az 物体局部坐标中的单轴晶体方向矢量的无量纲分量。这些坐标可定义介质对称轴的方向。在内部，将坐标归一化为统一的大小。如果所有三项都为零，则使用方向为 (0, 0, 1)。

轴长 在视图上绘制的晶轴的长度，以镜头单位表示。零表示不绘制晶体轴。

除非同时开启偏振和光线分裂，否则双折射被忽略。如果忽略双折射，则介质类似各向同性介质，其折射率由与实体相关的材料定义。如果考虑双折射，则与物体相关联的材料可定义“寻常”折射率。“非寻常”折射率由其名称通过将“-E”附加到寻常材料名称后来定义。例如，如果物体材料名称为 CALCITE，则非寻常材料名称必须为 CALCITE-E。如果在当前玻璃库中找不到两种材料的名称，可能会发出错误信息。如果将材料定义为表玻璃或模型玻璃（table or model glass），非寻常和寻常折射率将被设置为相同的值，且介质不能有效双折射。

如果光线触碰到的界面为入射介质或基底介质（或两者），其中介质为各向同性，则最多可以分开计算四条光线：两条用于鬼像反射，两条用于折射。在各种方向上，都可能会存在单独的寻常和非寻常光线。寻常光线承载与平面（包含传播方向和晶轴矢量）正交的部分电场，而非寻常光线承载位于该同一平面的电场。如果传播光线的介质为各向同性，则为方便起见会将寻常和非寻常光线合并成一条光线（如双折射物体的鬼像反射），因为在这种情况下能量会沿同一路径传播。

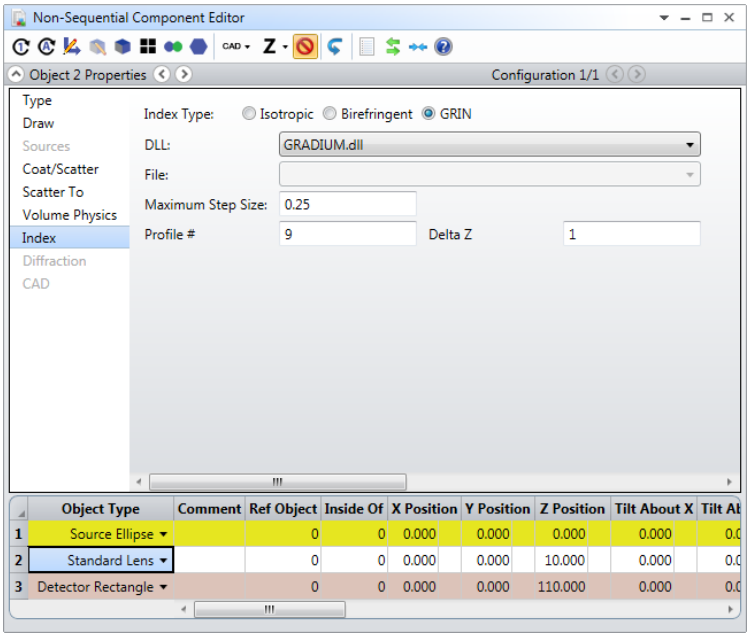
尽管 OpticStudio 中双折射介质的非序列和序列模型之间存在重大区别，但有关双折射介质本

身的详述适用于两种模型。有关详述，请参阅“双折射输入和双折射输出”。

双折射介质也可以不是渐变折射率介质或使用体散射，位于介质边界处也可能不是折射或散射光线。双折射介质不支持光线分裂。不能将光源放置在双折射介质内部。

渐变折射率类型

渐变折射率类型用于定义实体材料为渐变折射率的属性。



设置：

DLL 要使用的 DLL 的名称。非序列物体使用的所有渐变折射率材料都可在称为动态链接库 (DLL) 的单独程序中进行定义。大量 DLL 随 OpticStudio 一起提供，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新 DLL。

最大步长 要在分段光线追迹中使用的最大步长。最大步长大小可决定并权衡光线追迹的速度和准确度。所需精确值取决于折射率变化的速率以及所需的计算准确率。如果最大步长尺寸过大，光线追迹结果将出现较大的错误，并且某些光线会错过本该照射到的物体，反之亦然。

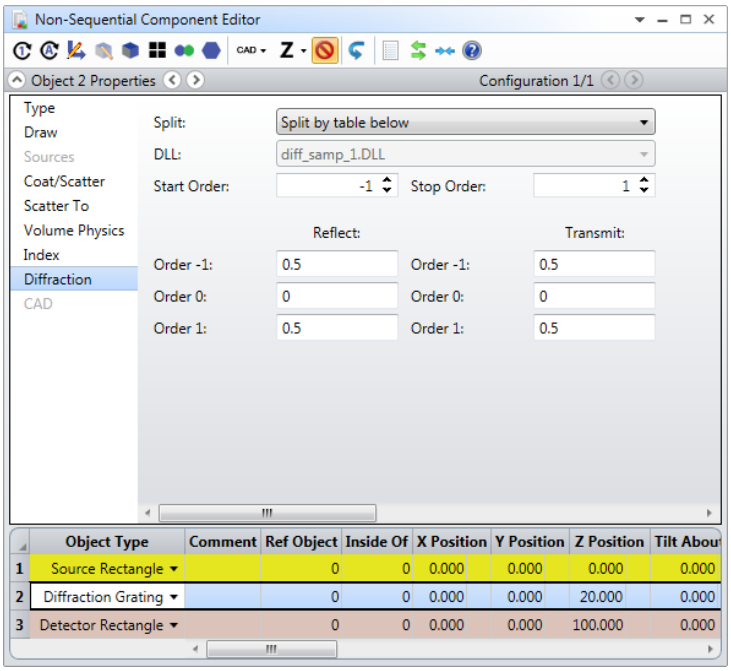
其他选项 每个 DLL 参数都可以使用 0 到 12 之间的用户自定义数据值，作为介质属性计算的参数。这些数值由 DLL 定义，且只能由 DLL 使用。

要使这些参数成为变量或根据多重结构进行控制，请使用 NPRO 操作数；有关详细信息，请参阅“NPRO”。

有关定义渐变折射率介质的更多信息，请参阅“定义渐变折射率介质用于为非序列光线追迹”。

[衍射](object properties, non-sequential component editor)

物体衍射设置在“物体属性”窗口的“衍射”部分中定义。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。



此部分用于定义衍射表面的属性和分裂光线的方式。

设置：

不分光 光线将不会在表面上分裂。将只追迹由物体参数定义的级次，并且所有透射的能量都转变成这一级次。

按以下表格分裂 将通过一系列积分级次来追迹用户自定义数量的光线。为反射和透射（如果有）光线给出每个级次的能量的分数由用户在表中定义。所有定义的分数之和不得超过 1.0，以便能够妥善保存能量。开始/停止级次为开始和结束级次编号。这些数字可确定表中处于活动状态的单元格数量。级次限值必须为 ± 300 个级次（包含）。可以同时显示 40 个级次。

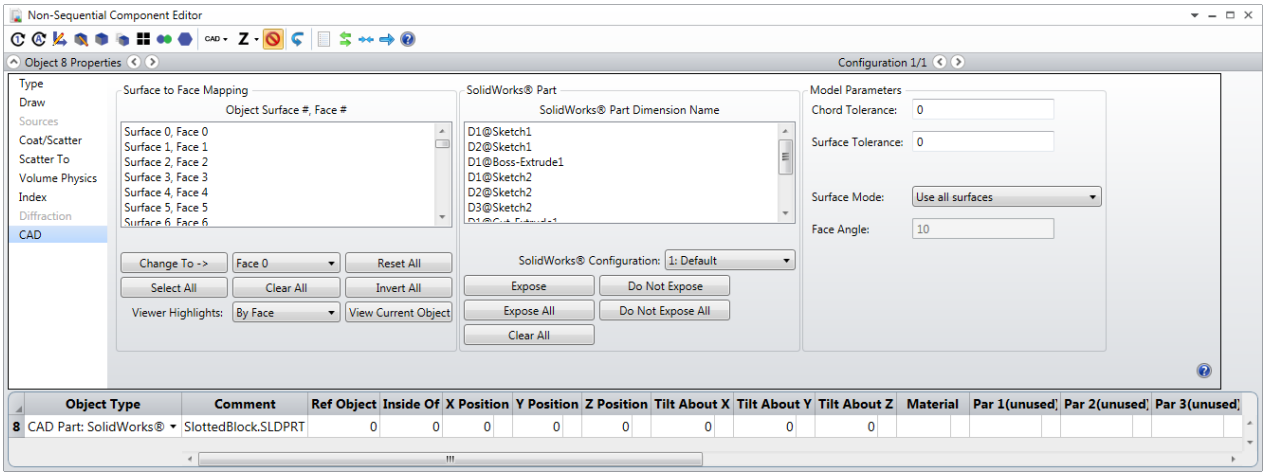
由 DLL 函数分裂 任何衍射表面都可以分裂在非序列光源开始按顺序发射的光线，以允许同时追迹多个衍射级次。使用称为动态链接库 (DLL) 的单独程序在外部可定义多少次光线分裂，以及每次使用多少能量。大量 DLL 随 OpticStudio 一起提供，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新 DLL。

开始/停止级次为开始和结束级次编号。这些数字可确定表中处于活动状态的单元格数量，以及调用 DLL 函数计算输出光线属性的次数。级次限值必须为 ± 300 个级次（包含）。当在混合序列/非序列模式下使用用户自定义物体时，不允许分裂光线，且只使用开始级次定义用于光线追迹的衍射级次。

剩余控制用于定义要传递到 DLL 函数的参数。请参阅“创建新的衍射 DLL”。每个 DLL 都可以使用 0 到 12 之间的用户自定义数据值，作为衍射表面属性计算的参数。这些数值由 DLL 定义，且只能由 DLL 使用。要构建这些参数变量或根据多重结构进行控制，请使用 NPRO 操作数；有关详细信息，请参阅“NPRO”。

CAD

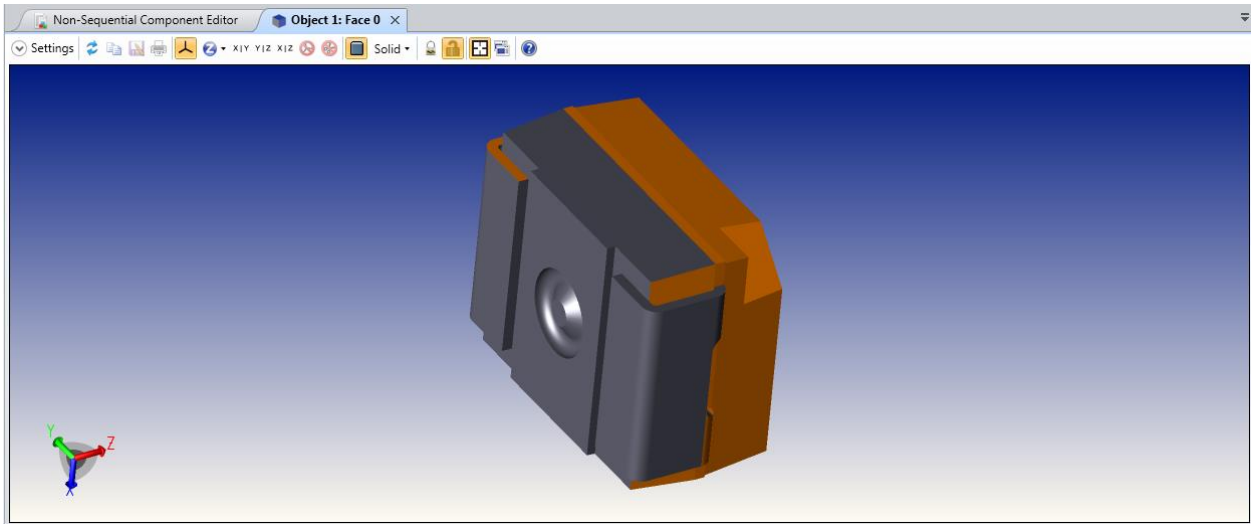
导入 CAD 物体、导入光源、布尔物体和旋转物体都使用“物体属性”对话框的“CAD ”部分。可以通过单击 NSC 编辑器上方“物体属性”栏中的向下箭头访问物体属性。



表面映射

本部分中的控件用于将面编号分配给在导入的 CAD 格式文件中定义的各个表面。分配的面编号存储在名称与导入的 CAD 文件相同的文件中，扩展名为 *.ZEN。在本例中，文件为“SlottedBlock.SLDPRT.ZEN”。*.ZEN 文件存储在与 CAD 文件相同的文件夹中。如果更改物体定义或面模式，将自动重新生成 ZEN 文件。

物体表面#，面元# 此控件可选择所需的表面编号。如果通过选项卡底部的“查看物体”按钮打开查看器，则更改此控件中的选择项将会更新 NSC 物体查看器。下面的截图取自具有在物体查看器中对采样零件“LB_T67C_190608_GEOMETRY.STEP”选择面 0 的。注意，一次可以选择多个表面。这允许使用“重命名->”按钮同时选择并重新编号表面组。选择表面的另一种方法是单击 NSC 物体查看器上的表面。



重命名-> 表面# 按“更改”按钮可将高亮显示的表面编号更改为选定的面编号。

全部重置自动将所有表面重新编号为默认值。默认为每个表面分配一个唯一的面编号，从 0 开始到支持的最大面数。为所有剩余表面分配面编号 0。

全部选择选择所有表面。

清除选择取消选择所有表面。

所向选择反转选择和未选择的表面。

高亮显示 将 NSC 物体查看器设置为以红色高亮显示所有选定的表面或面。注意，如果为多个表面分配同一面编号，则按面高亮显示将会显示具有同一面编号的所有表面。

要更改 OpticStudio 最初确定独特表面的数量并设置默认面编号的方式，请参阅“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”。

如果物体是 SolidWorks 零件、Autodesk Inventor 零件或 Creo Parametric 零件，则这也是找到相关控件的位置。

模型参数

弦公差：此设置只影响渲染物体。为了渲染物体，OpticStudio 会生成近似物体形状的三角面的列表。公差是物体的单个三角面和实际表面之间的最大允许距离，以镜头单位表示。如果将公差设置为较小，可以添加多个三角面以获得更准确的渲染，但可能会降低速度和需要更多内存。默认值为零将使用与物体的大小相关的弦差，以便足以生成物体形状的粗略近似，

从而快速渲染物体。

表面公差：此参数与弦差类似，即建模库在尝试将 3D 物体和表面的内部表示形式拟合到 CAD 文件中的定义时使用的输入。但是，在这种情况下，弦差只是三角面表面和曲面之间的最大允许增量。对于不同类型的表面表示形式，表面公差具有不同的含义。如果 OpticStudio 无法读取 CAD 模型，请将表面公差更改为从 1 至 4 的不同整数值。此输入的默认值为 0，在许多情况下，此值应该比较适合 — 只需要为特定零件控制此值。将值更改为 1、2 或 3 可将公差减少 1、2 或 3 个数量级，这可以潜在为导入提供更高的准确性。

例如，布尔物体使用表面公差参数设置在创建物体期间实际物体和 NURBS 表示形式之间的最大表面偏差。在此特定示例中，允许的输入值为 0、1、2 或 3，分别与对应于 1.0E-4、1.0E-5、1.0E-6 和 1.0E-7 镜头单位的最大偏差。将公差整数设置过高（并将相应的长度公差设置过低）可能会导致布尔物体变形。

邻面合并：此选项仅适用于布尔物体。选择此选项后，如果将类似表面与布尔物体进行组合，则可以将这些面合并成一个面。如果取消选择此选项，面将保持独立。

表面模式：表面模式设置可确定 OpticStudio 将面编号分配给导入物体上的各个表面的方式。一些 CAD 程序可创建包含许多更小的表面的数据文件，这对于光学分析非常有用。例如，在 CAD 文件中可以通过数百个小的表面来描述简单的圆柱体，而对于光学分析，只能将两个或三个不同的光学性能应用到整个物体。而不是将光学性能分配给其中的每个表面，通常更便于通过将单个面编号分配给所有表面来组合表面，以形成物体的连续平滑部分。下列表面模式支持自动执行此编号方法：

- 采用单个表面：使用整个物体的单个表面。为所有表面分配面编号 0。
- 采用法线矢量角：为其边缘沿非零长度曲线，且其法向矢量沿在用户自定义角度公差内平行接触的曲线的物体的所有部分分配一个公共表面编号。角度公差由面度定义。此模式用于控制如何精确地对表面进行编号。如果将面角设置为大值（如 180），则接触的所有表面都将共享一个共同编号。面角越大，产生的唯一表面越少。
- 采用所有表面：定义物体的所有表面具有唯一编号。此模式可生成数量最多的唯一表面。
- 采用先前定义的表面：保留在导入文件中定义的表面编号。一些 CAD 文件（如 OpticStudio 创建的文件）具有已经定义的表面编号。如果 OpticStudio 识别到表面编号，将会使用它们。如果 OpticStudio 没有检测到表面编号，则将对表面进行编号，如表面模式 = ‘使用法向矢量角’。
- 采用每个零件单一表面：为在 CAD 文件中定义的每个单独的物体的所有部分分配一个共同表面编号。当通过一个 CAD 文件定义多个物体时，此选项用于将一个属性应用到

每个物体的所有部分。

在所有情况下，唯一的面编号的数量不能超过 OpticStudio 支持的最大面数，目前为 51。将会对超过最大极值的任何面重新编号为面 0。对于从视觉上确认面编号，请参阅“NSC 物体查看器”。

面角：上述“使用法向矢量角”使用的角度，以度为单位。

SolidWorks 零件

此部分中的控件用于确定应向 OpticStudio 显示（暴露）SolidWorks 零件中可以进行修改的尺寸。只有 SolidWorks 零件（参阅“CAD 零件：SolidWorks”）使用此工具。

设置：

SolidWorks 零件尺寸名称 此控件用于选择所需的尺寸。请注意，一次可以选择多个尺寸。一旦选择一组尺寸，可以将其全部暴露给 OpticStudio（可以进行修改）或不暴露（并因此锁定）。在将尺寸暴露给 OpticStudio 后，短语“EXPOSED:”将出现在尺寸名称的前面。

结构 此控件确定 OpticStudio 将要读取的 SolidWorks 零件 (SLDPRT) 文件的结构。

暴露 将选定尺寸暴露给 OpticStudio。然后，这些尺寸的值将出现在非序列元件编辑器 (NSCE) 的参数列中。

不暴露 不向 OpticStudio 暴露任何选定尺寸。将不再暴露之前暴露的任何尺寸。

全部暴露 将所有零件尺寸暴露给 OpticStudio。

全部不暴露 不向 OpticStudio 暴露任何零件尺寸。

全部清除 清除所有选择项，即取消选择所有尺寸。

Autodesk Inventor 零件

此部分中的控件用于确定应向 OpticStudio 显示（暴露）可以进行修改的 Autodesk Inventor 零件的尺寸。只有 Inventor 零件（参阅“CAD 零件：AutoDesk Inventor”）使用此工具。

设置：

Inventor 零件尺寸名称 此控制用于选择所需的尺寸。请注意，一次可以选择多个尺寸。一旦选择一组尺寸，可以将其全部暴露给 OpticStudio（可以进行修改）或不暴露（并因此锁定）。在将尺寸暴露给 OpticStudio 后，短语“EXPOSED:”将出现在尺寸名称的前面。

iPartFactory 编号此控件确定 OpticStudio 将要读取的 Autodesk Inventor 零件 (.IPT) 文件的 iPart。

暴露 将选定尺寸暴露给 OpticStudio。然后，这些尺寸的值将出现在非序列元件编辑器 (NSCE) 的参数列中。

不暴露 不向 OpticStudio 暴露任何选定尺寸。将不再暴露之前暴露的任何尺寸。

全部暴露 将所有零件尺寸暴露给 OpticStudio。

全部不暴露 不向 OpticStudio 暴露任何零件尺寸。

全部清除 清除所有选择项，即取消选择所有尺寸。

Creo Parametric 零件

此部分中的控件用于确定应向 OpticStudio 显示（暴露）可以进行修改的 Creo Parametric 零件的尺寸；尺寸包括用于定义零件几何解析的参数。只有 Creo 零件（参阅“CAD 零件：Creo Parametric”）使用此工具。

设置：

Creo 零件尺寸名称 此控件用于选择所需的尺寸。请注意，一次可以选择多个尺寸。一旦选择一组尺寸，可以将其全部暴露给 OpticStudio（可以进行修改）或不暴露（并因此锁定）。在将尺寸暴露给 OpticStudio 后，短语“EXPOSED:”将出现在尺寸名称的前面。

族表实例 此控件确定 OpticStudio 将要读取的 Creo Parametric 零件 (.PRT) 文件的族表中的实例。

暴露 将选定尺寸暴露给 OpticStudio。然后，这些尺寸的值将出现在非序列元件编辑器 (NSCE) 的参数列中。

不暴露 不向 OpticStudio 暴露任何选定尺寸。将不再暴露之前暴露的任何尺寸。

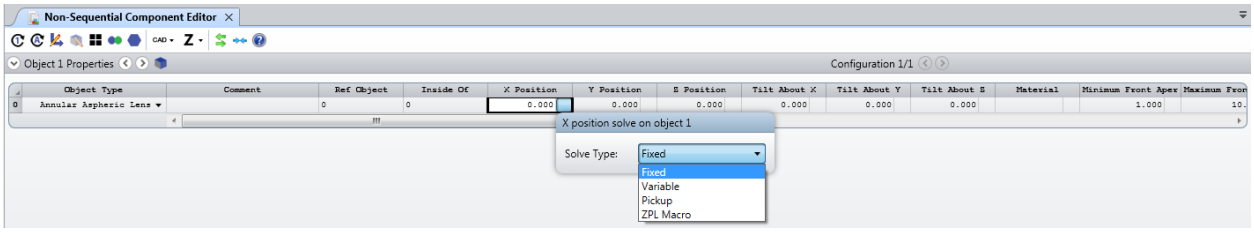
全部暴露 将所有零件尺寸暴露给 OpticStudio。

全部不暴露 不向 OpticStudio 暴露任何零件尺寸。

全部清除 清除所有选择项，即取消选择所有尺寸。

求解类型

NSC 编辑器中的大部分数据列都支持求解。求解函数可主动调整特定值。可以在位置、倾斜、材料和其它参数值中指定求解。要在单元格中设置求解类型，请单击小单元格的数据右侧，并从下拉列表中选择求解类型。某些求解需要额外的参数。



求解设置：

固定 关闭求解。

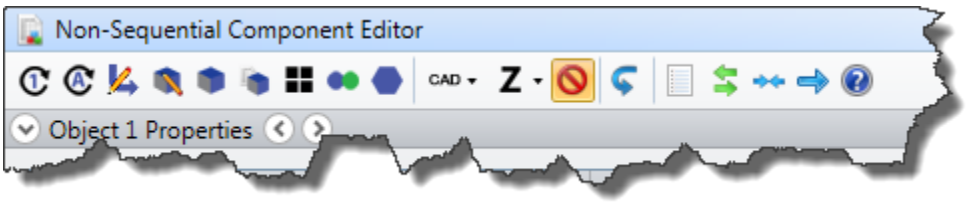
变量 要使参数成为可优化的变量，请单击小单元格的参数右侧，并在“求解类型”下拉菜单中选择“变量”。或者，单击参数，并按键盘上的 Ctrl-Z 键。Ctrl-Z 键也可以移除变量状态，就像切换功能一样。

拾取 拾取求解使用其它物体和列中的值作为目标物体的值。只有光源物体是前一个物体，或者光源物体是同一个物体和光源参数列是目标列的左侧时才允许对参数进行拾取求解。

ZPL 宏 ZPL 宏求解调用用户自定义 ZPL 宏确定求解值。可以将在宏中计算的任何数值都返回到调用求解宏的编辑器中。有关 ZPL 宏语言的信息，请参阅“ZPL 概述”和“使用 ZPL 宏求解”。

NSC 编辑器工具栏

在“非序列元件编辑器”选项卡的顶部提供了非序列元件编辑器工具栏。该工具栏提供了用于快速访问非序列元件编辑器的工具。



下面列出了非序列元件编辑器工具栏中的按钮。

[重载物体](Reload Object)

重新加载用于定义当前物体的数据文件。只有部分物体才使用数据文件。



这将重新加载和重新创建由自上一次加载镜头文件以来所更改的外部数据文件定义的物体。通常，如果另一个应用程序已修改定义数据文件，该选项用于刷新 POB 或 STL 物体。

[重载所有物体](Reload All Objects)

重新加载所有基于数据的物体的数据文件。



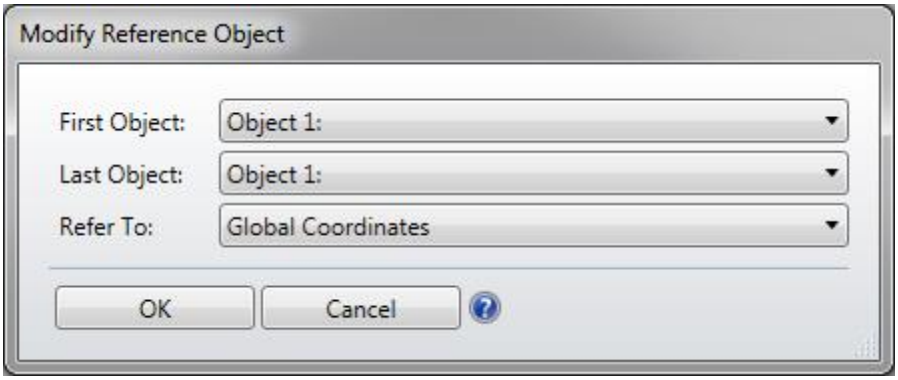
这将重新加载和重新创建在编辑器中列出的所有物体。另请参阅“重载物体”。

[调整参考物体](Modify Reference Object)

该工具用于任何单个物体或物体范围的参考物体。修改物体的位置和旋转角度以保留其当前位置和方向。有关参考物体的更多信息，请参阅“参考物体”。



该工具的工作原理是通过计算相对于所需的参考物体的 x、y 和 z 位置，以及围绕 x、y 和 z 轴的倾斜来保持每个物体的全局位置。由于计算机的精度有限，因此在参考位置中进行多次更改可能会出现少量错误。



设置：

起始/终止物体用于定义要修改的物体的范围的第一个和最后一个物体。将会修改指定范围内的所有物体。

参照 定义新的参考物体。修改由第一个和最后一个物体设置定义的范围内的所有物体，以使用新的参考物体。选定的参考物体必须在选定的第一个物体之前。

[编辑物体数据文件](Edit Object Data File)



如果物体由 ASCII 文本文件定义，如多边形物体 (POB)，则此菜单选项将可用。如果选择此选项，将调用文本编辑器，使得可以编辑定义数据文件。编辑并保存文件后，选择“重载物体”以更新 OpticStudio 中的新信息。

[查看当前物体](View Current Object)



查看单个物体。通过滚动 NSC 编辑器 >“物体属性”窗口的“膜层/散射”选项卡下的面列表，以查看物体的不同面。

[物体编辑器（NSC 编辑器工具栏）](Object Editor (nsc editor toolbar))

类似 CAD 环境中编辑物体。



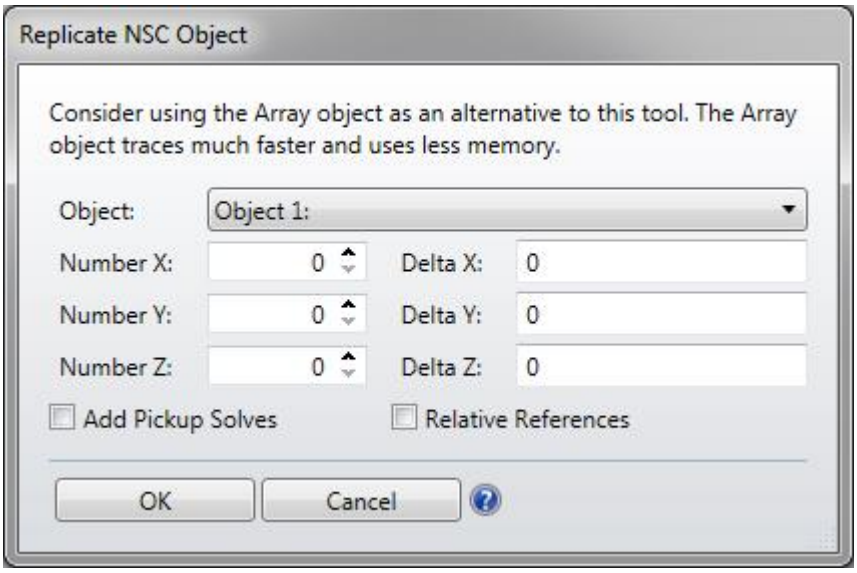
有关更多信息，请参阅物体编辑器。

[阵列物体](Replicate Object)

复制 x、y 和 z 阵列上的选定物体。



此功能可以生成现有物体的多个副本。每个副本可以按不同量进行偏移，以创建相同物体的阵列。将原始物体放置在阵列的中心，并且所有复制的物体都参考原始物体的位置和方向。通常，此工具的另一个更好的选择是阵列物体，另请参阅“阵列”。



设置：

物体 要复制的物体。

X、Y、Z 方向个数 X、Y 和 Z 方向的阵列中的物体总数。

X、Y、Z 方向间隔 沿各个方向的间隔时间。

增加拾取求解 如果选择此选项，所有复制的物体将从原始物体拾取参数值。

相对参考如果选择此选项，所有复制的物体将使用原始物体的相对参考；否则，将使用绝对参考。请参阅“参考物体”。

[合并物体](Combine Objects)

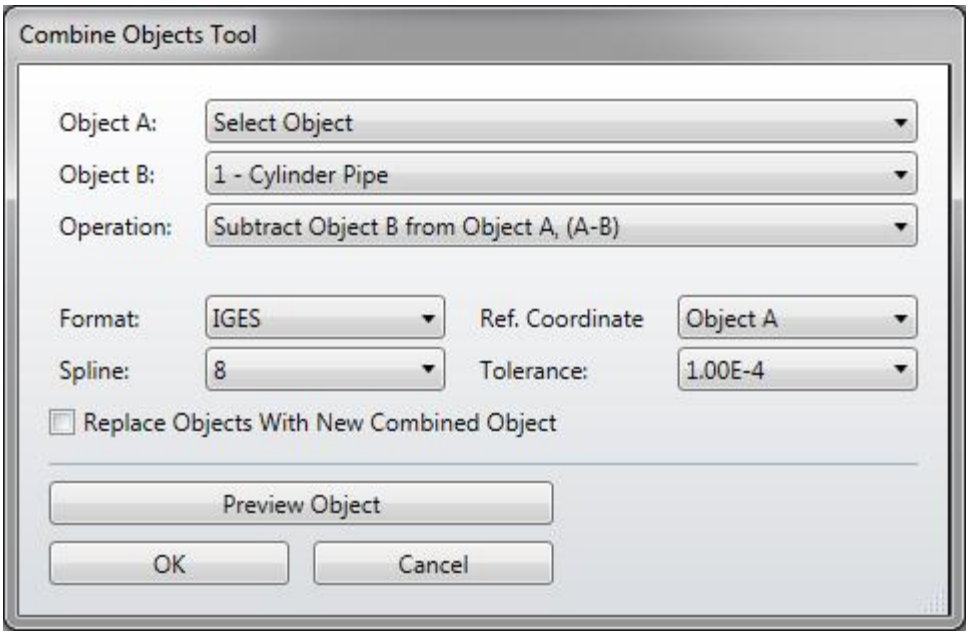
对任何两个物体执行布尔运算处理，如 AND、OR 和 XOR。



该合并物体工具的工作原理是，通过对两个选定物体运用布尔运算来“修剪”重叠区域，以形成新的单个物体。然后，以选定 CAD 格式导出新物体，如 IGES 或 STEP。最后，可以有选择地导入新物体进行光线追迹。有关导入 CAD 物体的更多信息，请参阅“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”。以 STL 格式导出物体时，OpticStudio 会使用 STL 物体类型导入新的物体。有关 STL 物体的描述，请参阅“CAD 零件：STL”。

通过将每个元件对象转换为基于 NURBS 的表示执行布尔运算，然后执行一系列削减和合并布尔运算以生成结果对象。为此，布尔物体具有与导入 CAD 物体相同的注意事项；有关详述，请参阅“关于导入 CAD 物体的注解”。从 OpticStudio 本地的高精度表示形式转换为 NURBS 表示形式可能会降低一部分精度；这不是 OpticStudio 的限制，但在任意表面的 NURBS 表示形式中是固有的。通常，可以根据需要使用上面介绍的样条和公差参数增加精度。当需要极高的光学精度时，用户应验证布尔物体追迹是否达到适当的精确性。

当需要最高可能的光线追迹精度时，合并物体的另一种方法是创建用户自定义物体。有关更多信息，请参阅“用户自定义物体”。



设置：

物体 A，B 要合并的第一个和第二个物体。

操作 定义要对选定物体执行的布尔运算。

物体的交集：两个物体同时包含的区域。

物体的合集：任一物体包含的区域。

其中一个物体：由任何一个物体，但不能是同时两个物体包含的区域。

从物体 A 中减去物体 B：物体 A 的部分不是物体 B 的部分。

从物体 B 中减去物体 A：物体 B 的部分不是物体 A 的部分。

格式 用于保存生成的物体的文件格式。

样条 此设置可定义要用于每个非球面的样条点的数量。通常，样条点的数量越多得到的结果越准确，但文件更大，并且光线追迹和物体创建的速度越慢。此设置不会对不属于非球面的

物体产生任何影响。

参考坐标 此设置可定义合并物体命名用的坐标系。如果选择全局，则将相对于 NSC 坐标系的原点定位物体。如果选择物体 A 或 B，则将分别相对于物体 A 或 B 的局部坐标系定位物体。

公差以镜头单位表示的尺寸公差。一些格式使用公差参数来定义表示形式的准确性。通常，公差值越小得到的结果越准确，但文件更大，并且光线追迹和物体创建的速度越慢。

用新生成的物体取替原物体如果选择此选项，在创建物体后，将会使用新创建的物体取代选定的物体 A 和 B。如果取消选择此选择，将会创建物体，但不会自动导入到 NSC 编辑器。

预览物体如果按此按钮，将会显示使用指定设置创建的物体的实体模型显示。可以旋转和缩放此实体模型显示，以便直观验证创建的形状是否正确。

[创建多面体](Create Polygon Object)

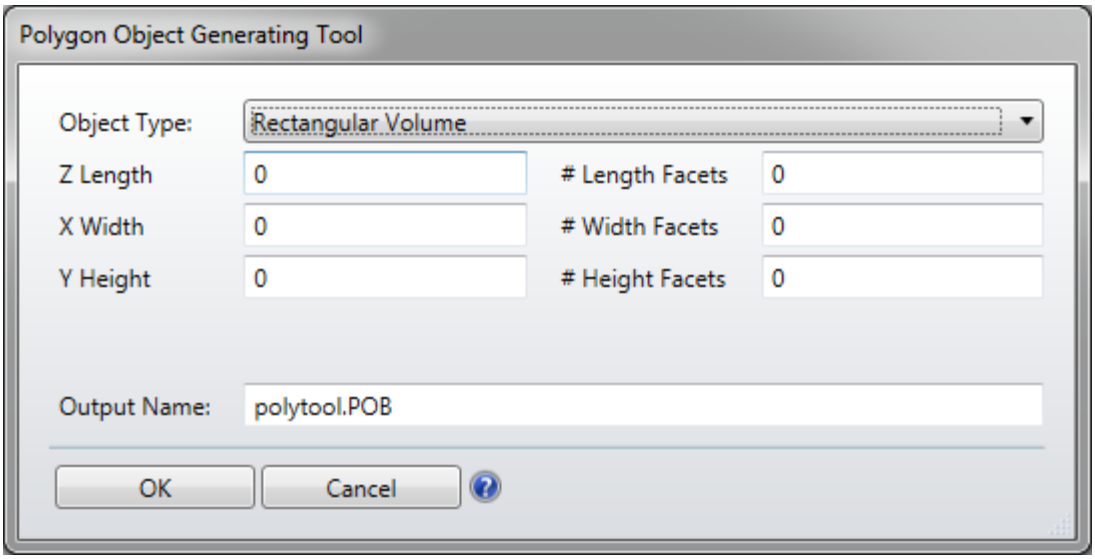
创建可以用作探测器物体的共同形状的多边形物体。



创建简单的形状作为通常可以直接使用文本编辑器的 POB 文件。但是，通常可以用于创建具有大量鳞甲面的物体探测器，如在每侧具有数百个鳞甲面的立方体。如果物体具有多个鳞甲面，可以轻松使用此工具创建 POB 文件。

要创建 POB 文件，从列表中选择物体类型，设置相应的参数，输入要创建的文件的名称，然后单击“确定”。注意，文件名不得包含路径，但应包含扩展名 POB。该工具会自动将 POB 文件放置在 <objects>\Polygon Objects 文件夹中（参阅“文件夹”），供 NSC 编辑器随时使用。

有关 POB 物体的信息，请参阅“多边形物体”。有关使用物体作为探测器的信息，请参阅“物体为探测器”。有关 POB 格式的信息，请参阅“定义多边形物体”。要使用现有 OpticStudio 物体之间的布尔运算创建物体，请参阅“合并物体”。



设置：

物体类型 要创建的物体的类型。

参数 每个物体类型的物体数据。

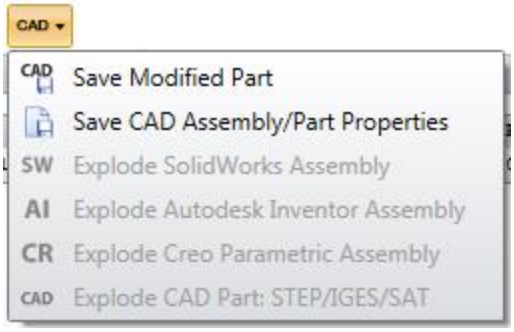
输出名称 要创建的 POB 文件的名称。

[CAD 工具](CAD Tools)

用于处理在机械 CAD 软件中创建的物体的各种工具。



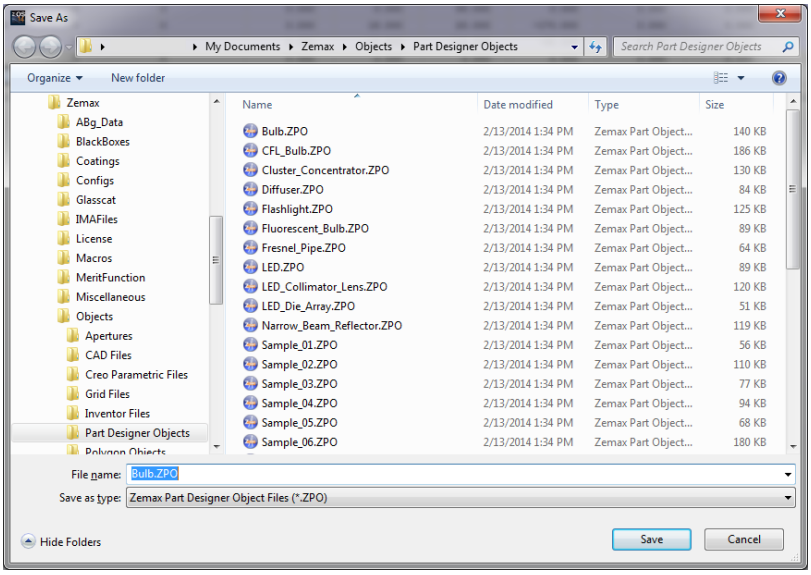
在 CAD 工具栏按钮的下拉菜单中列出了以下工具。该功能的可用性取决于 NSC 编辑器中的物体。



保存修改的零件

此选项可以将由特定外部程序最初创建的物体保存回到创建程序格式的文件。此选项支持的特定程序为 Autodesk Inventor（对于“CAD 零件：Autodesk Inventor”物体）、Creo Parametric（对于“CAD 零件：Creo Parametric”物体）、SolidWorks（对于“CAD 零件：SolidWorks”物体）和 Zemax 零件设计（对于“CAD 零件：Zemax 零件设计”物体）。

通常，只有随后在 OpticStudio 中修改物体后才需要将物体保存回到创建程序格式的文件。因此，对于 Autodesk Inventor、Creo Parametric 和 SolidWorks，此选项仅适用于零件文件（分别为 *.IPT、*.PRT 和 *.SLDPRT 文件）。可以使用与原始物体相同的文件名保存修改的物体，从而将会覆盖原始文件或保存到一个新文件。



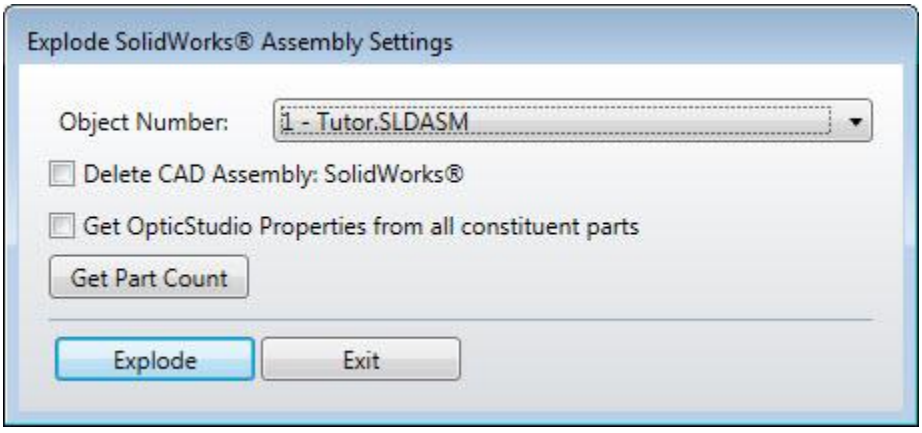
保存 CAD 装配体文件/零件属性

此选项可以将在 OpticStudio 中分配给特定外部程序最初创建的物体的光学性能，保存回到创建程序格式的文件。此选项支持的特定程序为 Autodesk Inventor（对于“CAD 装配体文件：Autodesk Inventor”和“CAD 零件：Autodesk Inventor”物体）、Creo Parametric（对于“CAD 装配体文件：Creo Parametric”和“CAD 零件：Creo Parametric”物体）和 SolidWorks（对于“CAD 装配体文件：SolidWorks”和“CAD 零件：SolidWorks”物体）。

在 Autodesk Inventor 中，将光学性能保存在“iProperties”对话框的“自定义”选项卡下。在 Creo Parametric 中，将光学性能另存为“注释说明”，位于零件或装配体文件的“模型树”下（只要在“模型树过滤器”菜单下选择“显示注释”）。在 SolidWorks 中，将光学性能保存在“文件...属性”菜单的“特定结构”选项卡下。在 Autodesk Inventor 和 SolidWorks 中，光学性能的名称以单词“OpticStudio”为开头，而在 Creo Parametric 中，“注释说明”的名称以字母“Z”为开头（在后一种情况下，完整的光学性能不是由说明名称（而是由注释文本）给出）。

保存在创建程序中的信息对该程序没有任何意义，但提供仅供参考。但是，如果随后将同一文件加载到其它 OpticStudio 设计，则 OpticStudio 可以从该文件读取性能信息，并用于将光学性能分配给新的 OpticStudio 设计中的物体。

分解 SolidWorks 装配体文件



此工具可将使用 SolidWorks 创建的装配体文件分解为单个零件体。此工具的功能介绍与“分解 SolidWorks 装配体文件”中介绍的内容一致，且可以从“文件”选项卡进行访问。但是，此工具只能用于分解已经加载到非序列元件编辑器 (NSCE) 的装配体文件，加载方法是通过 CAD 装配体文件：SolidWorks 物体（参阅“CAD 装配体文件：SolidWorks”）。此外，在分解装配体文件后，可以将每个零件文件加载到 OpticStudio 作为 CAD 物体（参阅“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”）。

如果选中“删除 CAD 装配体文件：SolidWorks”复选框，则将从 NSCE 中删除父装配体文件，在编辑器中只保留单个零件文件（每个零件均由导入的 CAD 物体表示）。否则，父装配体文件将保留在编辑器中，且已将其“分解?”标记设置为 1。但是，在这种情况下，无法将父装配体文件设置为绘图（参阅“绘图选项卡”），且设置为光线以忽略物体（参阅“类型选项卡”）。因此，只有构成零件才会影响设计的性能。

如果选中“从所有构成零件获取 OpticStudio 属性”复选框，则此选项将读取之前使用“保存 CAD 装配体文件/零件属性”工具已保存各个零件的所有光学性能。
在将零件文件加载到 OpticStudio 后，可以修改每个零件的光学性能，就像使用任何内置物体。因此，此工具允许在 OpticStudio 中突出装配体文件的相应特征，且装配体文件的不同零件均应拥有不同的特性。
由于将每个零件文件加载到 OpticStudio 作为导入的 CAD 物体，因此无法在 OpticStudio 内部对其进行修改。如果需要修改零件，应将每个零件加载到 OpticStudio，方法是通过 CAD 零件：SolidWorks 物体（参阅“CAD 零件：SolidWorks”），而不是在装配体文件中进行加载，然后进行分解。

分解 Autodesk Inventor 装配体文件

此工具可将使用 Autodesk Inventor 2018 创建的装配体文件分解为单个零件体。此工具的功能介绍与“分解 Autodesk Inventor 装配体文件”中介绍的内容一致，且可以从“文件”选项卡进行访问。但是，此工具只能用于分解已经加载到非序列元件编辑器 (NSCE) 的装配体文件，加载方法是通过 CAD 装配体文件：Autodesk Inventor 物体（参阅“CAD 装配体文件：Autodesk Inventor”）。此外，在分解装配体文件后，可以将每个零件文件加载到 OpticStudio 作为 CAD 物体（参阅“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”）。
如果选中“删除 CAD 装配体文件：Autodesk Inventor”复选框，则将从 NSCE 中删除父装配体文件，在编辑器中只保留单个零件文件（每个零件均由导入的 CAD 物体表示）。否则，父装配体文件将保留在编辑器中，且已将其“分解?”标记设置为 1。但是，在这种情况下，无法将父装配体文件设置为绘图（参阅“绘图选项卡”），且设置为光线以忽略物体（参阅“类型选项卡”）。因此，只有构成零件才会影响设计的性能。

如果选中“从所有构成零件获取 OpticStudio 属性”复选框，则此选项将读取之前使用“保存 CAD 装配体文件/零件属性”工具已保存到各个零件的所有光学性能。

在将零件文件加载到 OpticStudio 后，可以修改每个零件的光学性能，就像使用任何内置物体。因此，此工具允许在 OpticStudio 中突出装配体文件的相应特征，且装配体文件的不同零件均应拥有不同的特性。

由于将每个零件文件加载到 OpticStudio 作为导入的 CAD 物体，因此无法在 OpticStudio 内部对其进行修改。如果需要修改零件，应将每个零件加载到 OpticStudio，方法是通过 CAD 零件：Autodesk Inventor 物体（参阅“CAD 零件：AutoDesk Inventor”），而不是在装配体文件中进行加载，然后进行分解。

分解 Creo Parametric 装配体文件

此工具可将使用 Creo Parametric 4.0 创建的装配体文件分解为单个零件体。此工具的功能介绍与“分解 Creo Parametric 装配体文件”中介绍的内容一致，且可以从“文件”选项卡进行访问。但是，此工具只能用于分解已经加载到非序列元件编辑器 (NSCE) 的装配体文件，加载方法是通过 CAD 装配体文件：Creo Parametric 物体（参阅“CAD 装配体文件：Creo Parametric”）。此外，在分解装配体文件后，可以将每个零件文件加载到 OpticStudio 作为 CAD 物体（参阅“CAD 零件：STEP/IGES/SAT”）。

如果选中“删除 CAD 装配体文件：Creo Parametric”复选框，则将从 NSCE 中删除父装配体文件，在编辑器中只保留单个零件文件（每个零件均由 CAD 零件：STEP/IGES/SAT 物体表示）。否则，父装配体文件将保留在编辑器中，且已将其“分解?”标记设置为 1。但是，在这种情况下，无法将父装配体文件设置为绘图（参阅“绘图选项卡”），且设置为光线以忽略物体（参阅“类型选项卡”）。因此，只有构成零件才会影响设计的性能。

如果选中“从所有构成零件获取 OpticStudio 属性”复选框，则此选项将读取之前使用“保存 CAD 装配体文件/零件属性”工具已保存到各个零件的所有光学性能。

在将零件文件加载到 OpticStudio 后，可以修改每个零件的光学性能，就像使用任何内置物体。因此，此工具允许在 OpticStudio 中突出装配体文件的相应特征，且装配体文件的不同零件均应拥有不同的特性。

将每个零件文件加载到 OpticStudio 作为 CAD 零件，如 STEP/IGES/SAT 物体，因此无法在 OpticStudio 内部对其进行修改。如果需要修改零件，应将每个零件加载到 OpticStudio，方法是通过 CAD 零件：Creo Parametric 物体（参阅“CAD 零件：Creo Parametric”），而不是在装配体文件中进行加载，然后进行分解。

分解 CAD 零件：STEP/IGES/SAT

此工具可将 CAD 装配体文件分解为单个零件体。此工具的功能介绍与“分解 CAD 装配体文件”中介绍的内容一致，且可以从“文件”选项卡进行访问。但是，此工具只能用于分解已经加载到非序列元件编辑器 (NSCE) 的装配体文件，加载方法是通过 CAD 物体（参阅“CAD 零件：

STEP/IGES/SAT”）。此外，在分解装配体文件后，可以将每个零件文件加载到 OpticStudio 作为导入的 CAD 物体。
如果选中“删除父物体”复选框，则将从 NSCE 中删除父装配体文件，在编辑器中只保留单个零件文件（每个零件均由导入的 CAD 物体表示）。否则，父装配体文件将保留在编辑器中。但是，在这种情况下，无法将父装配体文件设置为绘图（参阅“绘图选项卡”），且设置为光线以忽略物体（参阅“类型选项卡”）。因此，只有构成零件才会影响设计的性能。
在将零件文件加载到 OpticStudio 后，可以为每个零件文件分配唯一的光学性能，如同使用任何内置物体。因此，此工具允许在 OpticStudio 中突出装配体文件的相应特征，且装配体文件的不同零件均应拥有不同的特性。

[自由曲面 Z 工具](Freeform Z Tools)

适用于自由曲面 Z 物体的工具。



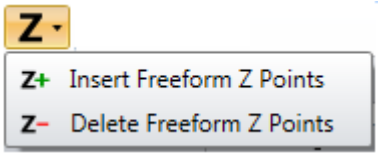
自由曲面 Z 物体的构成方法是，通过 YZ 平面中的一系列点绘制一个三次样条曲线，然后围绕 Z 轴扫描此曲线，以构成实体或壳。自由曲面 Z 物体通过两个参数和用户可选择数量的定义点定义：

1：定义点的数量。这是用于定义 YZ 平面上曲线的坐标对的数量。最小数为 5，最大数为 124。

2：用于表示得到的物体是实体还是空壳的标记。如果“是实体？”参数为零，则 OpticStudio 假设形状为空壳。在这种情况下，不添加任何“端帽”标记。如果物体为实体，则添加“端帽”标记（如果第一个或最后一个点的 y 坐标为零，则可能会关闭实体）。
3-250：YZ 曲线的坐标值，成对定义。

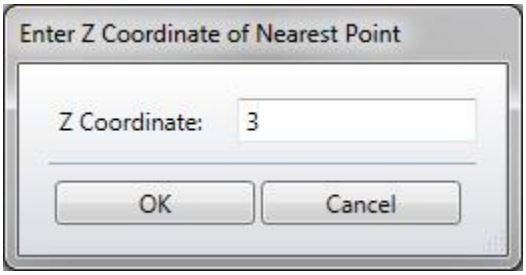
第一个点的 Z 坐标必须为零。Z 值不得小于或等于前一个点的 Z 值。创建样条曲线时应始终使用 Y 值的绝对值。这是专用于提供有关自由曲面 Z 物体的形状的边界约束的特殊优化操作数，请参阅“FREZ”了解更多信息。参考点为透镜前面的中心。面编号：前面为面 1，后面为面 2，所有其它面为面 0。

在自由曲面 Z 工具栏按钮的下拉菜单中列出了以下工具。该功能的可用性取决于 NSC 编辑器中的物体。



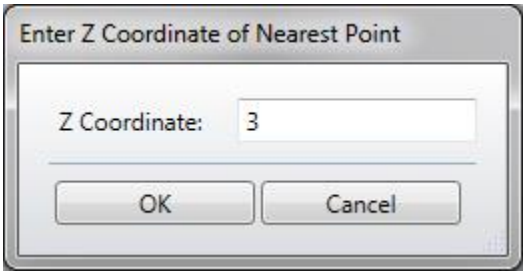
这两个工具用于在定义自由曲面 Z 物体的点的列表中插入或删除一个点。

插入 Z 坐标



插入工具可定义要通过在工具对话框中输入的 Z 坐标插入的点的位置。Z 坐标必须大于 0，小于当前最大 Z 坐标，且不能等于（在整体物长 1.0E-05 内）任何现有的 Z 坐标。Y 坐标根据当前物体形状自动计算。如果点的总数超过允许的最大数，则此工具将不插入点。

删除 Z 坐标



删除工具可定义要通过在工具对话框中输入的 Z 坐标删除的点。确定并删除最接近所输入的 Z 坐标的现有点。如果剩余点的总数小于 5，则此工具将不删除点。

[忽略追迹错误](Ignore Trace Errors)

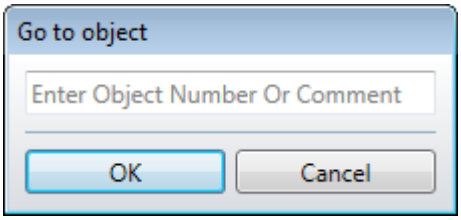


如果启用此选项，可以暂时忽略由输出光线触发的光线追迹错误信息。

[转到物体](Go to Object)



快速转到指定序号物体。



[更新文件列表](Update File Listings)

重新加载可用文件列表。



[重置列序](Reset Column Order)

将列序重置为默认设置。



[重置列宽](Reset Column Widths)

将列宽重置为标准尺寸。



[帮助](Help)

请参阅此功能的更多帮助信息。



[视场数据编辑器](Field Data Editor)





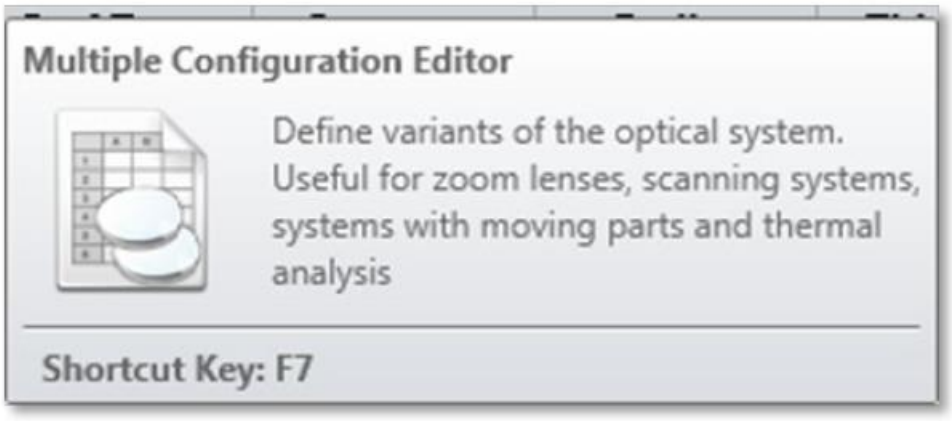
请参阅“视场”的设置，在“设置选项卡”部分下的“系统选项”中。

[视场向导](Fields Wizard)

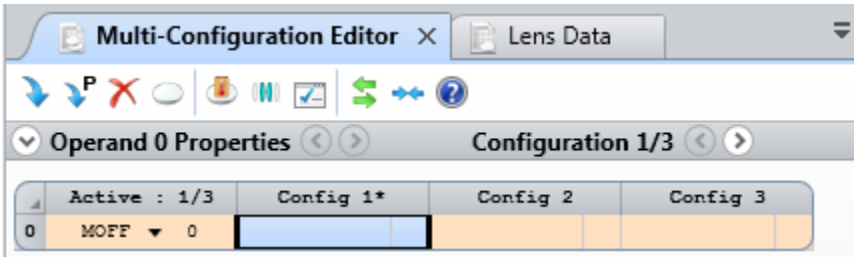
请参阅“视场向导”，在“视场设置”部分下的“视场数据”中。

[多重结构编辑器](Multiple Configuration Editor)





设置选项卡的“编辑器”部分中提供了“多重结构编辑器”按钮，与镜头数据编辑器非常类似。



OpticStudio 支持用于多重结构中对光学系统进行定义、分析和优化。OpticStudio 使用某种替代方法定义多重结构。结构可以按同一参数的不同值进行区分。例如，在变焦透镜中，各种元件之间的间距可能采用多个值。结合使用每组值即可形成一个结构。

有关更多信息，请参阅使用多重结构帮助文件。
在多重结构编辑器 (MCE) 中，可以同时插入和删除结构和操作数。还可以使用 Insert 键和 Delete 键添加和删除新的操作数行。每当保存镜头文件时，将自动保存在 MCE 中输入的数据。

设置：

操作数类型 在行中列出了操作数。在第一列的单元格中列出了操作数类型。

可以通过单击下拉箭头，然后从多重结构操作数列表中进行选择或通过在单元格中输入操作数名称来更改操作数。可以通过右键单击菜单或使用键盘上的 Insert/Delete 键插入/删除操作数。

有关多重结构操作数的完整描述，请参阅使用多重结构。默认操作数为“MOFF”，表示未使用的操作数，并且可以用于输入注解。

多重结构功能的一种应用是设计可使用或不使用存在的某些元件操作的系统。这可以通过使用“忽略此表面”功能轻松处理，该功能使用操作数 IGNR 忽略不同结构中的不同表面。

结构 在列中列出了结构。可以通过工具栏中的 Insert/Delete 按钮插入/删除结构。

当前结构 在第一列的标题中表示的当前结构。具有当前结构的列的标题还在结构编号的附近列出了“*”。要设置当前结构，双击要选择的结构的顶部的列标题。还可以通过标题栏中的上一个/下一个结构箭头，或者使用快捷键 Ctrl-A 键和 Shift-Ctrl-A 键更改当前结构。

其它数据要编辑单元格的内容，将光标移动到该单元格，然后键入新数据。
有关转换为非序列模式操作数的更多信息，请参见“转换到 NSC 组”。

多重结构操作数

要更改操作数类型，双击类型列。随即将出现一个对话框，可以在其中更改多重结构操作数的类型和数量。

下表也汇总了操作数：

类型	编号 1、2、3	描述
AFOC	忽略	无焦像空间模式。有关更多信息，请搜索“无焦像空间”的帮助文件。
AICN	表面，物体	Autodesk Inventor 零件的 iPartFactory 编号。有关详细信息，请搜索“Autodesk Inventor 零件”的帮助文件。
APDF	忽略	系统切趾因子。另请参阅 APDT。
APDT	忽略	系统切趾类型。用 0 表示无，用 1 表示高斯，用 2 表示余弦立方。另请参阅 APDF。
APDX	表面#	表面孔径 X-偏心。表面必须拥有定义的孔径（非半直径）。
APDY	表面#	表面孔径 Y-偏心。表面必须拥有定义的孔径（非半直径）。
APER	忽略	系统孔径值。如果系统孔径类型为光阑尺寸浮动，则这是光阑面的半直径。另请参阅 SATP。

APMN	表面#	表面孔径最小值。表面必须拥有定义的孔径（非半直径）。此同一操作数也可用于控制所有表面孔径类型的第一个参数，如矩形和椭圆形孔径的 X-半宽。但是，请注意，如果表面孔径类型为用户孔径或用户遮光，则此操作数不可用于控制 UDA 缩放。
APMX	表面#	表面孔径最大值。表面必须拥有定义的孔径（非半直径）。此同一操作数也可用于控制所有表面孔径类型的第二个参数，如矩形和椭圆形孔径的 Y-半宽。
APTP	表面#	表面孔径类型。整数值指示孔径类型为 0-10 分别表示无、圆形孔径、圆形遮光、三角形、矩形孔径、矩形遮光、椭圆孔径、椭圆遮光、用户孔径、用户遮光和浮动孔径。
CADX	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的 x 偏心。
CADY	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的 y 偏心。
CATX	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的 x 倾斜。
CATY	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的 y 倾斜。
CATZ	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的 z 倾斜。
CAOR	表面#	面之后的表面倾斜/偏心顺序。用 0 表示偏心然后倾斜，或用 1 表示倾斜然后偏心。
CBDX	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的 x 偏心。
CBDY	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的 y。
CBTX	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的 x。
CBTY	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的 y。
CBTZ	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的 z。

CBOR	表面#	面之前的表面倾斜/偏心顺序。用 0 表示偏心然后倾斜，或用 1 表示倾斜然后偏心。
CONN	表面#	圆锥系数。
COTN	表面#	要应用到表面的膜层的名称（如果有）。
CPCN	表面，物体	Creo Parametric 零件的族表实例编号。有关详细信息，请搜索“Creo Parametric 零件”的帮助文件。
CROR	表面#	坐标返回方向。用 0 表示无，用 1 仅表示方向，用 2 表示 XY 方向，用 3 表示 XYZ 方向。有关详细信息，请搜索“使用坐标返回”的帮助文件。
CRSR	表面#	坐标返回表面。有关详细信息，请搜索“使用坐标返回”的帮助文件。
CRVT	表面#	表面的曲率。
CSP1	表面#	曲率求解参数 1。
CSP2	表面#	曲率求解参数 2。
CWGT	忽略	结构的总体权重。此数字只有相对于其它结构中的权重才有意义。
EDVA	表面，附加数据编号	EDVA 操作数用于将多个值赋给附加数据值。此操作数需要 2 个数值参数：表面编号和附加数据值编号。
FLTP	忽略	视场类型。用 0 表示角度（以度为单位），用 1 表示物高，用 2 表示近轴像高，用 3 表示实际像高，用 4 表示经纬角度。
FLWT	视场编号	视场权重。
FVAN	视场编号	渐晕因子 VAN。

FVCX	视场编号	渐晕因子 VCX。
FVCY	视场编号	渐晕因子 VCY。
FVDX	视场编号	渐晕因子 VDX。
FVDY	视场编号	渐晕因子 VDY。
GCRS	忽略	全局坐标参考面。
GLSS	表面#	玻璃。
GPEX，GPEY	废弃	废弃
GPJX	忽略	全局琼斯偏振矢量分量 Jx。
GPJY	忽略	全局琼斯偏振矢量分量 Jy。
GPIU	忽略	全局偏振状态为“无偏振”；如果偏振状态为无偏振，则为 1，否则状态为偏振。
GPPX	忽略	全局偏振状态相位 x。
GPPY	忽略	全局偏振状态相位 y。
GQPO	忽略	用于默认评价函数中高斯求积光瞳采样的遮阑值。有关更多详细信息，请参阅“选择光瞳采样方法”。
HOLD	忽略	将数据保存在多重结构缓冲区中，但没有其它作用。用于临时关闭一个操作数，而不会丢失相关数据。
IGNR	表面#	忽略此表面状态。用 0 表示考虑表面，用 1 表示忽略表面。有关详细信息，请搜索“忽略此表面”的帮助文件。如果为同一表面定义 IGNR 和 IGNM 操作数，列出的第一个操作数的优先级高于列出的第二个操作数。

IGNM	起始面，终止面	用于设置表面范围的忽略此表面状态。用 0 表示考虑表面，用 1 表示忽略表面。有关详细信息，请搜索“忽略此表面”的帮助文件。如果为同一表面定义 IGNR 和 IGNM 操作数，列出的第一个操作数的优先级高于列出的第二个操作数。
LTTL	忽略	镜头标题。将字符串长度限制为 32 个字符。
MABB	表面#	模型玻璃阿贝数。
MCHI	忽略	计算惠更斯积分的方法(详见系统选项的高级选项)。自动使用 0，使用平面波 1，使用球面波 2。
MCOM	表面#	表面注解。
MDPG	表面#	模型玻璃 dPgF。
MIND	表面#	模型玻璃折射率。
MOFF	忽略	未使用的操作数，可用于输入注解。
MTFU	忽略	MTF 单位。用 0 表示周期/毫米，用 1 表示周期/毫弧度。
NCOM	表面，物体	用于修改 NSC 编辑器中非序列物体的注解。将字符串值长度限制为 32 个字符。
NCOT	表面，物体，面#	用于修改 NSC 编辑器中非序列物体的每个面上的膜层。
NGLS	表面，物体	NSC 编辑器中非序列物体的材料类型。
NPAR	表面，物体，参数	用于修改 NSC 编辑器中非序列物体的参数列。
NPOS	表面，物体，位置	用于修改 NSC 编辑器中非序列物体的 x、y、z、x 倾斜、y 倾斜和 z 倾斜位置值。x、y、z、x 倾斜、y 倾斜和 z 倾斜的位置标记分别为介

		于 1 和 6 之间的整数。
NPRO	表面，物体，属性	用于修改 NSC 物体的各种属性。属性是一个整数值，用于表示控制的数据： 1 - 在物体编号内 2 - 参考物体编号 3 - 不绘制物体（0 = 否，1 = 是） 4 - 光线忽略物体（0 = 从不，1 = 一直，2 = 开始） 5 - 使用像元插值（0 = 否，1 = 是） 201-212 - 用户自定义渐变折射率参数 301-312 - 用于反射的用户自定义衍射参数 351-362 - 用于透射的用户自定义衍射参数 401-416 - 用户自定义体散射参数 481，482 - 体散射平均自由路径和角度参数。 500 - 介质为双折射。用 0 表示 False，用 1 表示 True。 501 - 双折射模式。用 0-3 分别表示寻常和非寻常光线、仅寻常光线、仅非寻常光线和波片模式。 502 - 双折射反射。用 0 表示折射和反射光线， 用 1 仅表示折射光线，用 2 仅表示反射光线。 503-505 - 双折射晶体轴方向 x、y 和 z。
OPDR	忽略	改变 OPD 参考。用 0 表示绝对，1 表示无限，2 表示出瞳(推荐)，3 表示绝对 2。
PAR1	表面#	参数 1。废弃，使用 PRAM 代替。
PAR2	表面#	参数 2。废弃，使用 PRAM 代替。
PAR3	表面#	参数 3。废弃，使用 PRAM 代替。
PAR4	表面#	参数 4。废弃，使用 PRAM 代替。

PAR5	表面#	参数 5。废弃，使用 PRAM 代替。
PAR6	表面#	参数 6。废弃，使用 PRAM 代替。
PAR7	表面#	参数 7。废弃，使用 PRAM 代替。
PAR8	表面#	参数 8。废弃，使用 PRAM 代替。
PRAM	表面，参数	参数值。此操作数可控制任何参数。有关详细信息，请搜索“参数数据”的帮助文件。
PRES	忽略	气压，以标准大气压为单位。用 0 表示真空，用 1 表示正常气压。有关详细信息，请搜索“环境”的帮助文件。
PRWV	忽略	主波长编号。
PSCX	忽略	X 光瞳压缩。用于光线瞄准；有关详细信息，请参阅“光线瞄准”的帮助文件。
PSCY	忽略	Y 光瞳压缩。用于光线瞄准；有关详细信息，请参阅“光线瞄准”的帮助文件。
PSHX	忽略	X 光瞳漂移。用于光线瞄准；有关详细信息，请参阅“光线瞄准”的帮助文件。
PSHY	忽略	Y 光瞳漂移。用于光线瞄准；有关详细信息，请参阅“光线瞄准”的帮助文件。
PSHZ	忽略	Z 光瞳漂移。用于光线瞄准；有关详细信息，请参阅“光线瞄准”的帮助文件。
PSP1	表面#	参数求解参数 1（拾取表面）。此操作数需要 2 个数值参数：表面编号和参数编号。
PSP2	表面#	参数求解参数 2（比例因子）。此操作数需要 2 个数值参数：表面编号和参数编号。

PSP3	表面#	参数求解参数 3（偏移）。此操作数需要 2 个数值参数：表面编号和参数编号。
PUCN	忽略	从前一个结构拾取值的范围。如果提供正整数结构编号，则将根据指定的结构编号拾取 PUCN 操作数下的所有值。如果结构值为负，则将使用负拾取。如果结构编号为零，则 PUCN 操作数下的值将不具有应用的拾取值。注意，可以使用两个 PUCN 操作数定义要拾取的值的范围的开始和结束。所有指定的结构编号必须小于为结构提供的 PUCN 数据。
PXAR	表面#	物理光学设置“采用 X 轴参考”（有关详细信息，请搜索“表面特定设置”的帮助文件）。用 0 表示否，1 表示是。
RAAM	忽略	光线瞄准。用 0 表示关闭，用 1 表示近轴，用 2 实际。
SATP	忽略	系统孔径类型。用 0 表示入瞳直径，用 1 表示像方空间 F/#，用 2 表示物方空间 NA，用 3 表示光阑尺寸浮动，用 4 表示近轴工作 F/#，用 5 表示物体锥角。另请参阅 APER。
SDIA	表面#	半直径。
SDRW	表面#	用于修改不绘制这个表面标记。用 0 表示绘制，用 1 表示不绘制。
STPS	忽略	光阑面编号。可以通过为每个结构指定一个整数参数将光阑移动到任何有效的表面编号（不包括物面和像面）。
SWCN	表面，物体	SolidWorks 零件的结构编号。有关更多详细信息，请参阅“SolidWorks 零件选项卡”。
TCEX	表面#	热膨胀系数。
TELE	忽略	物方空间中的远心，用 0 表示没有，用 1 表示有。
TEMP	忽略	温度，以摄氏度为单位。有关详细信息，请搜索“环境”的帮助文件。

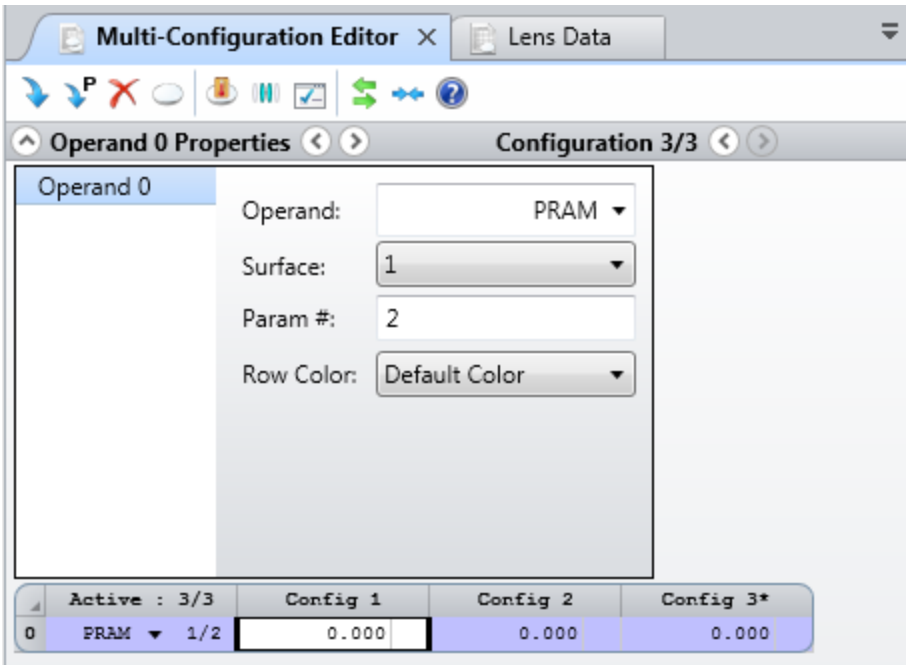
THIC	表面#	表面的厚度。
TSP1	表面#	厚度求解参数 1。有关详细信息，请搜索“参数求解”的帮助文件。
TSP2	表面#	厚度求解参数 2。有关详细信息，请搜索“参数求解”的帮助文件。
TSP3	表面#	厚度求解参数 3。有关详细信息，请搜索“参数求解”的帮助文件。
UDAF	表面#	用户自定义孔径类型。表面必须使用用户自定义孔径或用户自定义遮光孔径类型。有关详细信息，请参阅“表面属性”的“孔径”部分。
WAVE	波编号	波长。
WLWT	波编号	波长权重。
XFIE	视场编号	X-视场值。
YFIE	视场编号	Y-视场值。

[关于定义字符串的操作数的注解](Operand Properties)

当使用定义字符串值的操作数时，如 LTLT、NCOM 和其它操作数，将字符串长度限制为 32 个字符。

操作数属性(multiple configuration editor)

可以通过单击多重结构编辑器上方“操作数属性”栏中的向下箭头展开“操作数属性”对话框。通过单击多重结构编辑器中的不同表面，或者通过单击“操作数属性”栏中的左/右箭头可更改该对话框中显示的操作数属性。可以在此对话框中定义以下操作数属性。



操作数类型：可以通过单击下拉箭头，然后从多重结构操作数列表中进行选择或通过在单元格中输入操作数名称来更改操作数。如果操作数需要任何其它数据，可以在此处输入。请参阅多重结构操作数表。

行颜色：为表格中的每个行选择默认行颜色，或者不选择颜色。可以在“操作数类型”对话框中使用行颜色设置来设置个别行的颜色。

菜单选项

可以通过单击操作数或单元格访问多重结构菜单选项。

设置：

复制单元格 将单元格数据复制到 Windows 剪贴板。

粘贴单元格 将单元格从 Windows 剪贴板粘贴到当前单元格。

剪切操作数 将单个操作数或操作数范围的所有数据复制到 Windows 剪贴板，然后删除操作数。首先，必须使用下列任一种方法选择操作数或操作数的范围：

使用鼠标：单击要选择的第一个操作数。按住鼠标左键，并拖动鼠标光标以覆盖所需的操作数范围。所选的操作数将以反转颜色突出显示。要只选择一个操作数，从所需的操作数向上或向下拖动鼠标直到选择了两个操作数，然后将鼠标移回到所需的操作数。

使用键盘：将光标移动到所需操作数所在行的任何单元格。然后，按住 Shift 键，同时向上或向下移动光标，直到选定所需的操作数范围。所选的操作数将以反转颜色突出显示。要只选择一个操作数，从所需的操作数向上或向下移动鼠标直到选择了两个操作数，然后将光标移回到所需的操作数。

复制操作数 将单个操作数或操作数范围的所有数据复制到 Windows 剪贴板。要选择一个操作数或一系列操作数，请参阅上文“剪切操作数”下方的讨论。

粘贴操作数 将单个操作数或操作数范围的所有数据从 Windows 剪贴板复制到多重结构编辑器中的当前光标位置。首先，必须使用“剪切操作数”或“复制操作数”将操作数数据复制到 Windows 剪贴板，如上所述。

插入操作数 用于在表格中的当前行处插入新的行。新操作数的类型为“关”，这意味着忽略操作数。Insert 键为此菜单选项的快捷方式。

插入后续操作数 用于在表格中的当前行之后插入新的行。新操作数的类型为“关”，这意味着忽略操作数。Ctrl-Insert 组合键为此菜单选项的快捷方式。

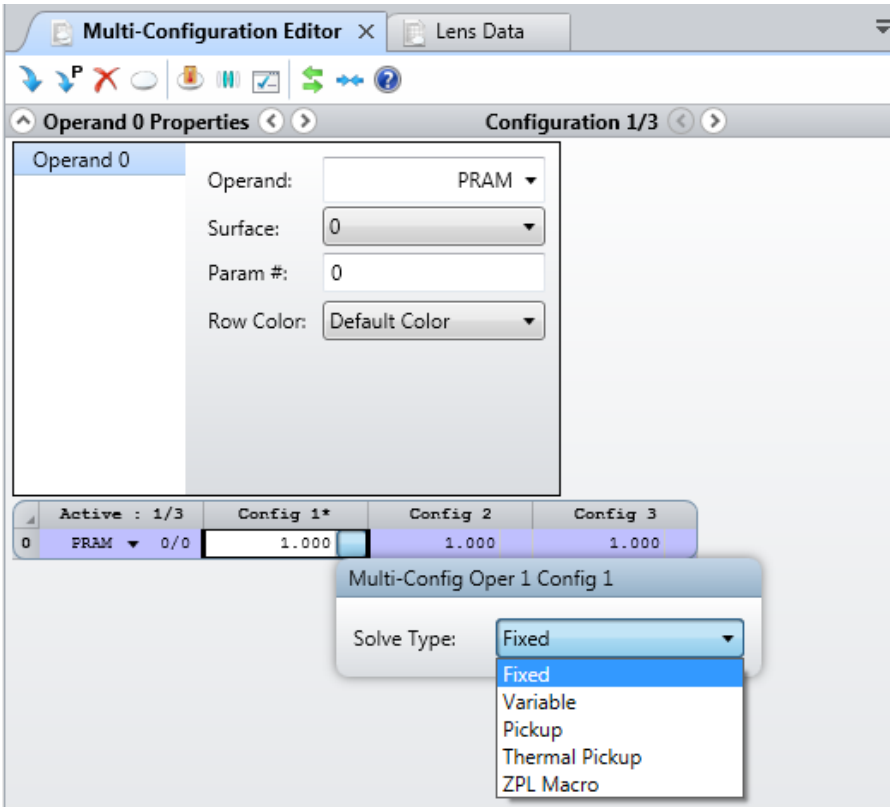
删除操作数 用于删除表格中的当前行。Delete 键为此菜单选项的快捷方式。

隐藏/显示行 此选项用于隐藏或显示选定行。

隐藏/显示列 此选项用于隐藏或显示选定列。

求解类型 (multiple configuration editor)

要在单元格中设置求解类型，请单击小单元格的数据右侧，并从下拉列表中选择求解类型。



求解设置：

固定 关闭求解，使得多重结构编辑器中的值不更改。

变量 此选项仅适用于数值操作数。如果状态为“可变”，则优化算法可能会在优化过程中调整值。

替换 此选项仅适用于材料操作数。如果将材料状态设置为“替换”，则全局优化算法可能会选择其它材料。或者，可以指定用于替换的特定玻璃库。将可选库的名称的长度限制为 40 个字符。有关玻璃替换的更多信息，请参阅“使用玻璃替换”。

拾取 假设有三个结构，且在两个结构中，其中一行（如 THIC 或 GLSS）的值需要是同一个值。可以使用该操作数的其中一个结构的拾取求解来确保值始终相同。要设置拾取求解，双击要设置求解的行和结构。将出现一个对话框，用于定义求解类型，目标结构和操作数，以及比例因子和偏移。将新的单元格值定义为：new_value = target_value*scale + offset。注意，target_value 可以是多重结构编辑器中的任何其它单元格，只要目标结构和操作数的数量分别小于或等于当前结构和操作数的数量。

热拾取 此拾取求解用来根据相对于“参考”结构的新结构的温度和压强计算多重结构参数的新值。热拾取求解仅影响某些类型的多重结构值的数据，包括曲率半径和厚度 (THIC)。有关详细信息，请参阅热分析。

ZPL 宏 ZPL 宏求解调用用户自定义 ZPL 宏确定求解值。可以将在宏中计算的任何数值都返回到调用求解宏的编辑器中。有关 ZPL 宏语言的信息，请参阅 ZPL 概述和使用 ZPL 宏求解。

多重结构编辑器工具栏

在“多重结构编辑器”窗口的顶部提供了多重结构编辑器工具栏。该工具栏提供了用于快速访问多重结构编辑器的工具。



下面列出了多配置编辑器工具栏中的按钮。

[插入结构](Insert Configuration)



在当前光标位置指示的结构中插入一个新结构。

[插入拾取结构](Insert Configuration with Pickups)



在当前光标位置指示的结构中插入一个新结构，并插入拾取求解从第一个结构中拾取值。

[删除结构](Delete Configuration)



删除由当前光标位置指示的当前结构。这将会删除该结构包含的列和所有数据。

[单结构](Make Single Configuration)

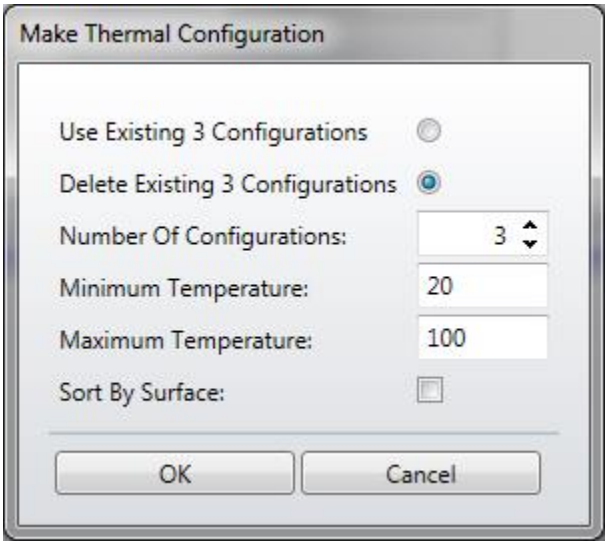


删除所有多重结构数据，保留透镜作为单结构系统，而在使用此工具时结构仍为当前结构。

[热分析](Make Thermal)



在不同温度下设置设计的多重结构，以允许分析性能的热变化。



设置：

此工具用于在设置多重结构热分析时执行大量的繁琐工作。将会出现一个对话框，用于设置结构的数量，以及最低和最高温度。此外，还会显示一些选项，用于删除或保留现有的多重结构数据，并按表面对数据进行排序，而不是按操作数类型的默认排序。请务必阅读并了解 OpticStudio 中的热分析工作原理。有关更多信息，请参阅“热分析”和“热分析限制”。

如果选择“删除现有结构数据”选项，则将在当前温度和压强下创建 1 个名义结构。然后，定义其它结构以涵盖指定的温度范围。如果要求创建 3 个结构，则将创建 1 个名义结构（结构 1），然后按照相等增量创建 3 个涵盖指定温度范围的结构，总共 4 个结构。假设空气压强

与标称压强相同。

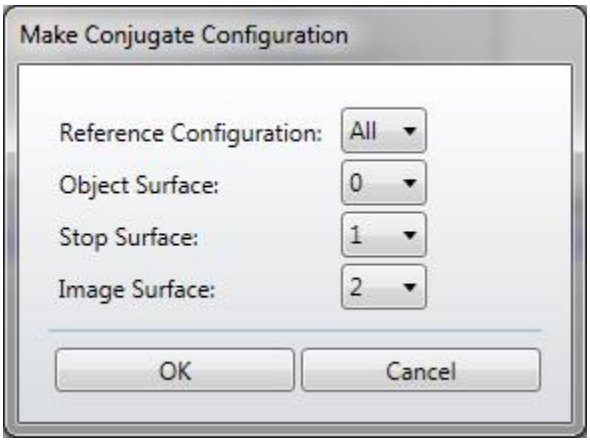
如果选择“使用现有 n 个结构作为名义结构”选项，则将使用现有的 MCE 数据创建名义结构。该工具将自动为热建模通常所需的其它数据添加新操作数，如玻璃曲率、半直径、参数和附加数据值。在此模式下，结构的总数将由名义结构的数量乘以新结构的数量，然后加上原始名义结构的数量来确定。

对于受温度效应影响的每个半径、厚度、玻璃、半直径、参数和附加数据值，将通过 TCE 拾取求解插入相应的操作数。好的工程做法是始终仔细检查此自动热设置工具的结果，以确保没有忽略任何重要的参数。

[共轭](Make Conjugate)



创建部分光学系统，用来对两个共轭面之间的成像进行建模作为新的结构。此功能用于评估或优化设计的任意两个表面之间的光学系统的性能。



该工具将创建光学系统子系统，用来对两个共轭面之间的成像进行建模作为新的结构。此功能用于评估或优化不一定是物面和像面的两个平面之间的光学系统的性能。通过在参考结构中定义的物面、光阑面和像面编号来定义子集系统。如果不存在任何多重结构数据，则将创建两个结构：名义结构和子结构。如果已经存在多重结构数据，则可以使用任何结构或所有结构作为参考结构。如果选择单个参考结构，则将添加一个新结构。如果选择所有结构，则结构的总数将增加一倍，因为将会为现有的每个结构创建一个子结构。

根据需要通过添加多重结构操作数来创建子结构，以便相应更改系统孔径类型、大小、光阑位置、视场数据、厚度、曲率、非球面数据和其它数据。忽略表面功能（参阅“忽略此表面”）用来删除与子结构不相关的表面。此功能将针对如何构建子系统作出以下假设：

将系统孔径设置为“光阑尺寸浮动”，并将新光阑的半直径设置为参考结构中表面的当前半直径。

将视场类型设置为物高，并将视场值设置为参考结构中指定物面的主波长主光线坐标。

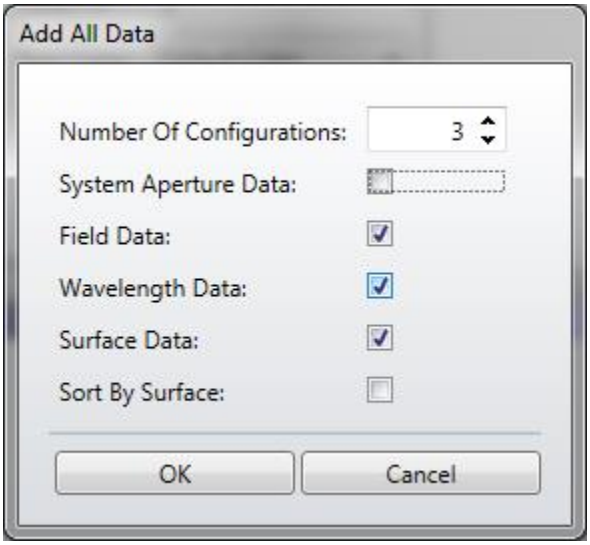
在多重结构操作数的控制下放置参考结构中的原始物面和像面，允许这些表面采用子系统物面和像面的正确形状。为此，目前的原始和子系统物面和像面必须为标准表面类型。

这些假设可能不会在所有情况下都是正确的。应仔细检查由此产生的子共轭系统的有效性。

[添加所有结构变量](Add All Data)



添加系统中按数据类型细分的当前所有数据。

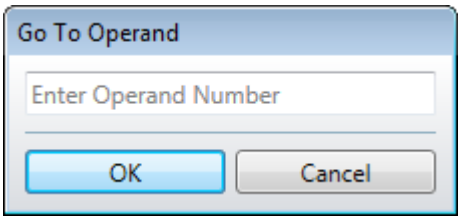


此工具可以将系统中的当前所有数据添加到多重结构编辑器。这不需要手动添加多个数据项。对于某些系统，删除不需要的数据比插入所需的数据更容易。

[转到操作数](Go to Operand)



转到指定序号操作数。



[默认顺序](Reset Column Order)

将顺序重置为默认设置。



[重置列宽](Reset Column Widths)

将列宽重置为标准尺寸。



[帮助](Help

请参阅此功能的更多帮助信息。



使用多重结构

OpticStudio 支持用于多重结构中对光学系统进行定义、分析和优化。多重结构用于设计变焦镜头，或者优化在不同波长中测试和使用的镜头，或者在各种结构中使用的光学系统，仅举以上几例。与其它 OpticStudio 功能类似，还可以集成多重结构。但是，如公差分析，需要更加小心并多加运用才能更加熟悉。

OpticStudio 使用某种替代方法定义多重结构。结构可以按同一参数的不同值进行区分。例如，在变焦透镜中，各种元件之间的间距可能采用多个值。结合使用每组值即可形成一个结构。

第一步

到目前为止，最重要的步骤是首先使用普通的 OpticStudio 模式定义一个结构。好的做法是首先从最复杂的结构开始。如果所有结构都具有相同数量的元件，则可以选择其中任何一个结构。定义基本结构后，应定义属于第一个结构的变体新结构。尚不需要优化第一个结构，您可以稍后优化整个结构。

从“设置选项卡”打开多重结构编辑器。显示的表格就是多重结构编辑器 (MCE)。可以同时插入和删除结构（列）和操作数（行）。可以使用 Insert 键和 Delete 键添加和删除新的操作数行。每当保存镜头文件时，将自动保存在 MCE 中输入的数据。

请参阅“设置选项卡”的“编辑器”部分中的多重结构编辑器。

定义结构数量

可以通过使用“插入”或“删除”工具栏按钮插入或删除结构来更改在编辑器中显示的结构的数量。

定义每个结构

要定义多重结构操作数，通过单击多重结构编辑器的第一列中的向下箭头展开操作数的列表。单击您要选择的操作数的名称。通过单击操作数（多重结构编辑器）属性工具栏中的向下箭头展开操作数属性，并在必要时输入其它操作数数据。

例如，假设您要为表面 5 的厚度输入多个值。假设您想要三个不同的结构。使用工具栏中的“插入”按钮插入 2 个新的结构。单击第 1 行中最左边的列。从操作数类型的下拉列表中选择“THIC”。在“操作数属性”对话框中，选择“5”表示表面编号。现在，在每个结构列表中，在该结构中输入所需的厚度。

忽略表面

多重结构功能的一种应用是设计可使用或不使用存在的系统中存在的某些元件。这可以通过使用表面属性的“类型”部分中所述的“忽略此表面”功能轻松处理。可以通过多重结构操作数 IGNR 忽略不同结构中的不同表面来控制忽略表面设置。

更改结构

要执行任何分析，像平常一样进行操作即可。程序将为所有计算和图形使用当前结构。请参

阅多重结构编辑器中的“当前结构”定义。要更改结构，在多重结构编辑器上双击要更改的结构的顶部的列标题。也可以使用快捷键 Ctrl-A 键和 Shift-Ctrl-A 键。

通过多重结构优化

OpticStudio 可以像优化常规表格数据一样优化多重结构数据。要生成多重结构参数变量，请将光标放置在参数上，然后按 Ctrl-Z 键。这是设置为变量的快捷操作；再次按 Ctrl-Z 键将取消设置为变量。调用优化时，优化将自动计算新的变量。您可以定义任意数量的多重结构变量。

要选择要优化的某个（或全部）结构，请从评价函数编辑器打开优化向导。根据用户选择，OpticStudio 将为一个或所有可用结构构建相应的评价函数。使用 CONF 操作数指定执行优化的结构数。此特殊操作数可以更改当前评价函数求值过程所针对的结构数。这意味着在 CONF 操作数后面定义的所有操作数都将与指定结构相关。可以在操作数序列中多次使用 CONF 操作数来对各种参数进行求值。

边界约束和其它用户输入的优化操作数在多重结构评价函数中进行求解，因此约束以及操作数只在定义的结构中执行。例如，如果 CONF 1 操作数后跟各种操作数（如 EFFL 或 REAY），将只能在结构 1 中对这些操作数进行求值。要在结构 2 中强制对相同的操作数进行求值，需要在 CONF 2 操作数下重复相同的操作数。

此系统的优点是在不同结构中可以输入不同操作数，或者同一操作数输入不同的目标值和权重。缺点是需要将在多个结构中应用的操作数复制到各个结构。

组织多重结构评价函数的建议

可以通过两种不同的方法组织多重结构评价函数。第一种方法是在默认评价函数的每个 CONF

组内添加用户自定义操作数：

```
CONF 1
User operands for configuration 1...
Default operands for configuration 1...
CONF 2:
User operands for configuration 2...
Default operands for configuration 2...
CONF 3:
...etc.
```

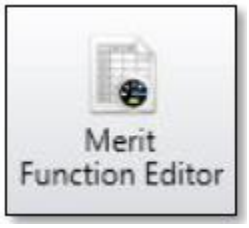
另一种方法是创建默认评价函数，然后在评价函数的顶部添加所有用户操作数，以便将它们全部放置在一个地方：

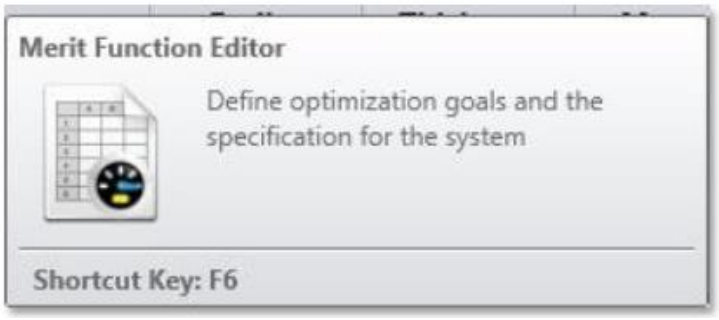
```
CONF 1
User operands for configuration 1...
CONF 2
User operands for configuration 2...
CONF 3
User operands for configuration 3...
etc...
DMFS
CONF 1
Default operands for configuration 1...
CONF 2
Default operands for configuration 3...
CONF 3
Default operands for configuration 3...
etc...
```

这两个评价函数将完成相同的工作，但第一种方法的执行速度更快，因为降低了在结构之间切换所用的时间。第二种方法更容易编辑和维护。注意，应在用户自定义操作数后面使用 DMFS 操作数。可以将此操作数用作标记，从而使得在重构默认评价函数时，可将其追加到 DMFS 操作数后面，并且也不会丢失用户输入的操作数。

请注意，如果对多重结构更改了视场角、视场高度、或波长值或权重，则应重建默认评价函数。构建默认评价函数时，它使用每个结构的数据来确定追迹的光线和相应的加权。

评价函数编辑器（编辑器组）(Merit Function Editor (Editors Group)





请参阅“优化选项卡”的“自动优化”部分下的“评价函数编辑器”。

优化向导（从“设置选项卡”访问）

请参阅“优化选项卡”的“自动优化”部分下的“优化向导”。

非序列优化向导（从“设置选项卡”访问）

请参阅“优化选项卡（非序列用户界面模式”的“自动优化”部分下的“非序列优化向导”。

非序列位图向导（从“设置选项卡”访问）

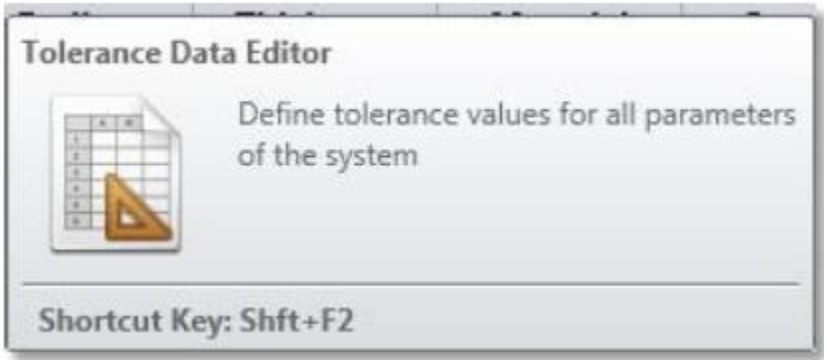
请参阅“优化选项卡（非序列用户界面模式）”的“自动优化”部分下的“位图向导”。

非序列道路照明向导（从“设置选项卡”访问）

请参阅“优化选项卡（非序列用户界面模式）”的“自动优化”部分下的“道路照明向导”。

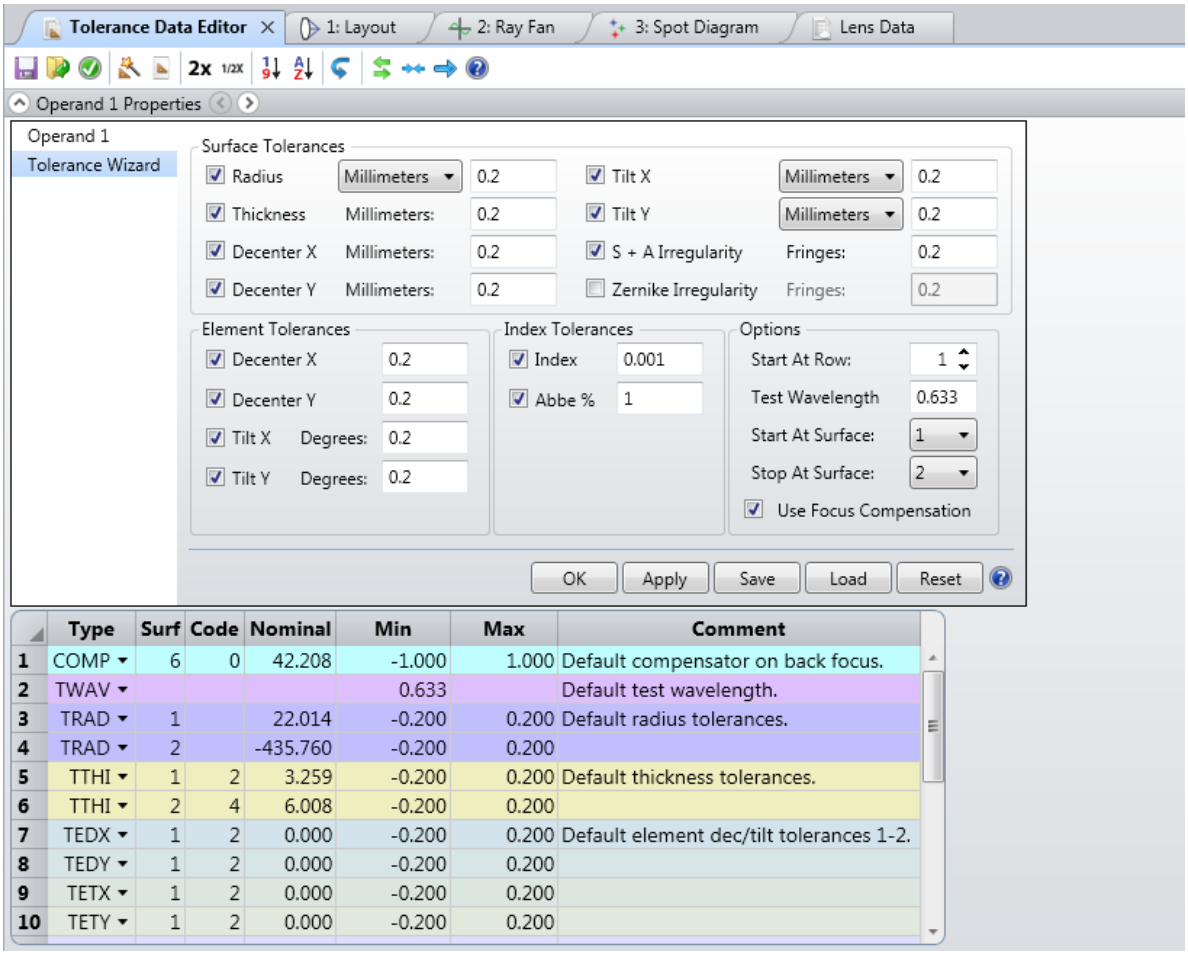
公差数据编辑器（从“设置选项卡”访问）(Tolerance Data Editor (from the Setup Tab)



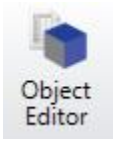


公差数据编辑器用于定义、修改和查看系统公差值。请参阅“公差选项卡”下的“公差数据

编辑器”。



物体编辑器(Object Editor)



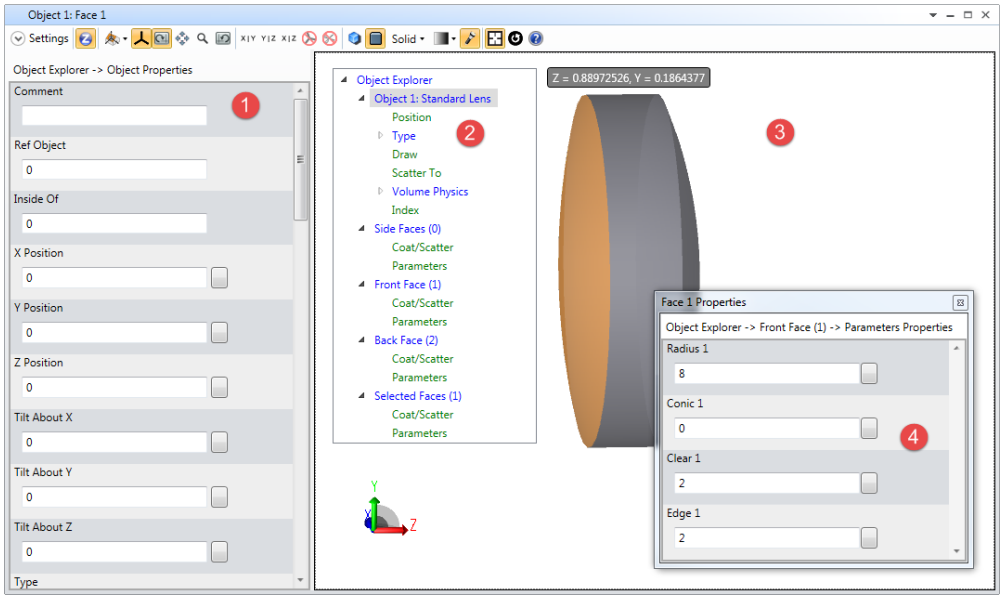


物体编辑器是一种可以查看和编辑物体属性的交互式工具。在 NSC 编辑器列和“物体属性”中也提供了物体编辑器中的所有信息。

可以通过以下方式打开物体编辑器：

- 设置选项卡 > 编辑器 > 物体编辑器
- 分析选项卡 > 视图 > 物体编辑器
- 非序列元件编辑器工具栏
- 右键单击 NSC 编辑器 > 编辑物体中的物体

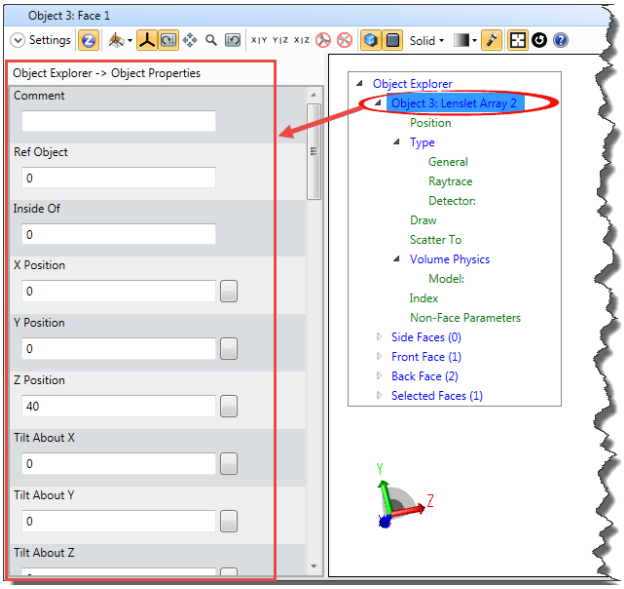
物体编辑器包含四个独立的部分：(1)“物体属性”窗格，(2) 物体特征树，(3) 物体查看器，及 (4)“面属性”窗口：



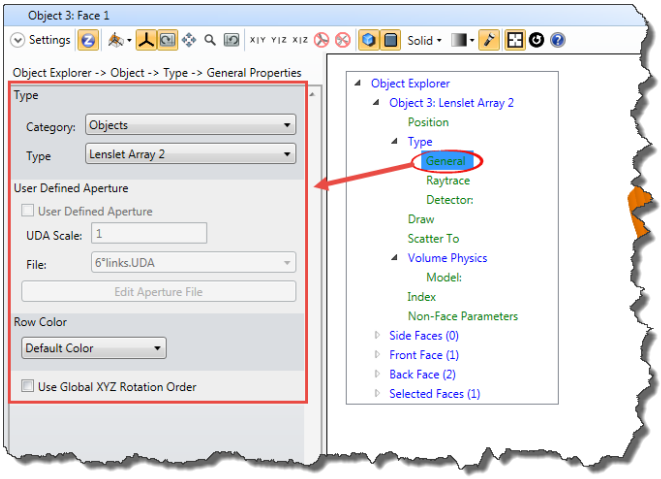
在物体编辑器左侧的滚动窗格（参阅上面截图中的 1 号窗格）中列出了物体属性。这些属性与 NSC 编辑器 > 物体属性中的属性相同，但此处已经按照类别和面编号对其进行排列。物体属性窗

格中的字段取决于在物体特征树中选择的标题（参阅上面截图中的 2 号窗格）。

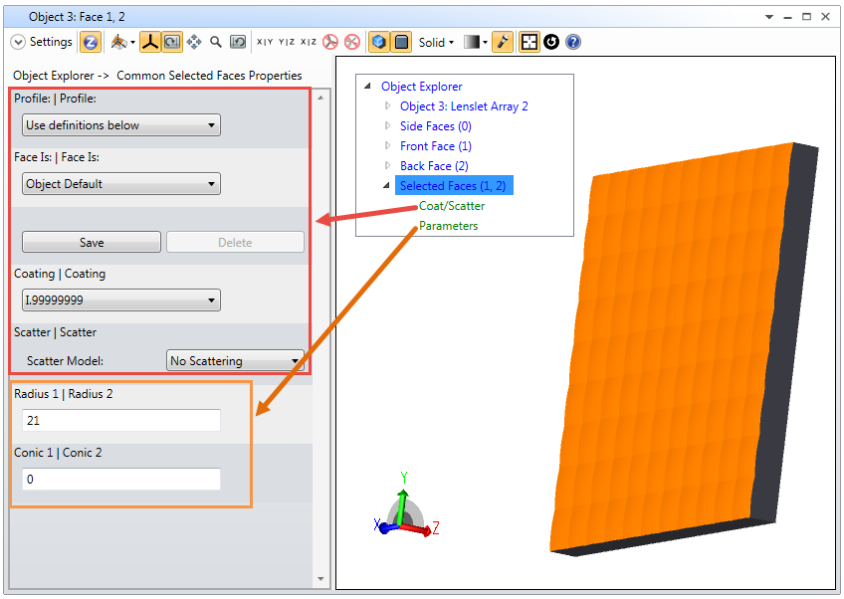
物体特征树列出了物体名称和面作为单独的标题。选择物体特征树中的物体名称可显示与该物体相关联的***所有*** 属性：



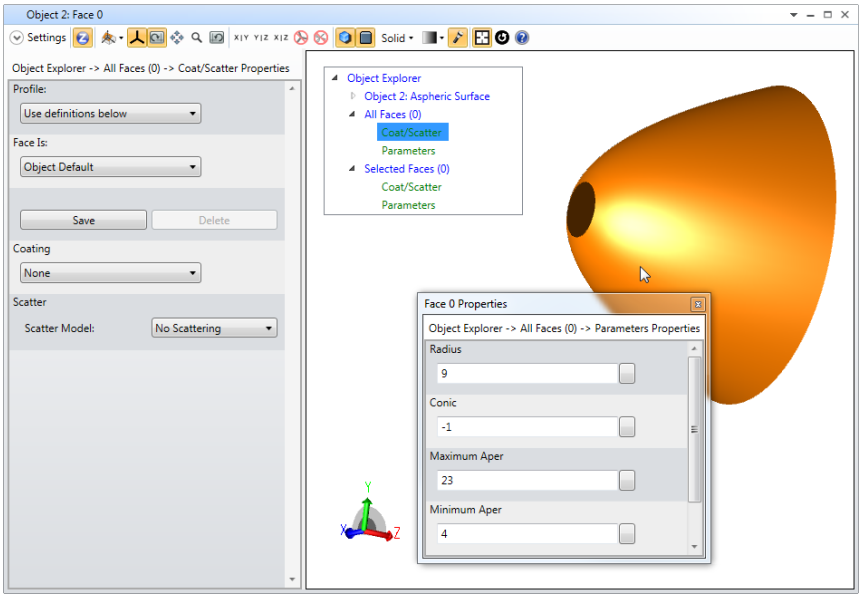
选择其中一个副标题只显示“物体属性”窗格中的属性。例如，以下为透镜阵列中的类型 > 常规设置：



可以在物体查看器上选择多个面以显示其共同属性和参数。有关更多信息，请参阅“物体查看器”部分：以下是示例，显示了透镜阵列的前面和后面的属性：

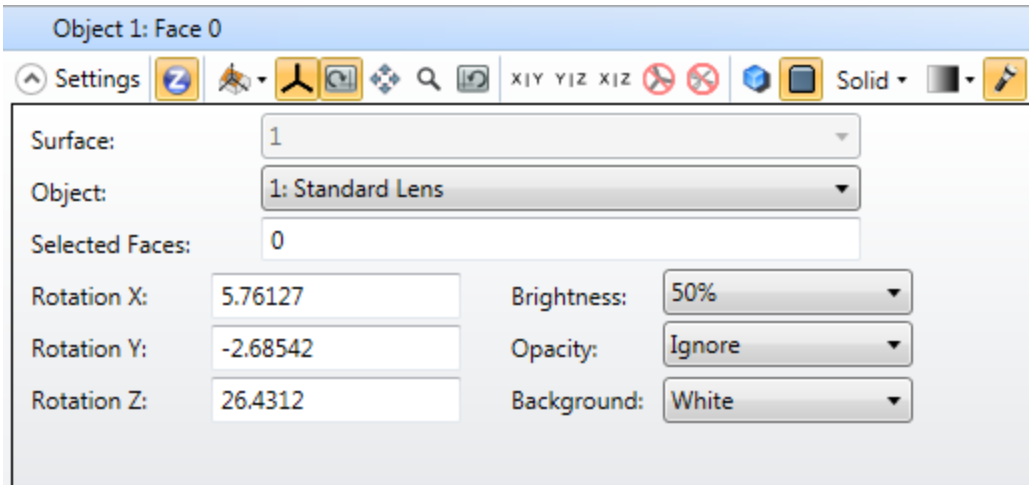


此外，可以通过单击物体查看器打开多个“面属性”窗口。有关更多信息，请参阅“面属性”部分：



物体编辑器设置

要展开物体编辑器的设置，单击工具栏中的“设置”图标：



表面 包含 NSC 物体组的非序列组件表面。此设置仅适用于在镜头数据编辑器中至少包括一个 NSC 表面的序列系统。如果系统处于纯非序列模式，则将会禁用此表面，并设置为面 1。

物体 选择要在物体编辑器中打开的物体。下拉菜单包含 NSC 编辑器中所有物体的列表。如不想通过展开设置来更改选定的物体，可以使用 Ctrl+左/右箭头键盘键滚动 NSC 编辑器中的其它物体进行设置。

选定面 此选项可更新以显示当前在物体查看器上选择的某个面或多个面。要选择物体面，右键单击物体查看器上的面。有关更多信息，请参阅物体查看器部分。

绕 X 轴旋转 镜头绕 X 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Y 轴旋转 镜头绕 Y 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Z 轴旋转 镜头绕 Z 轴旋转的角度（以度为单位）。

亮度 可以控制图像的亮度变化。

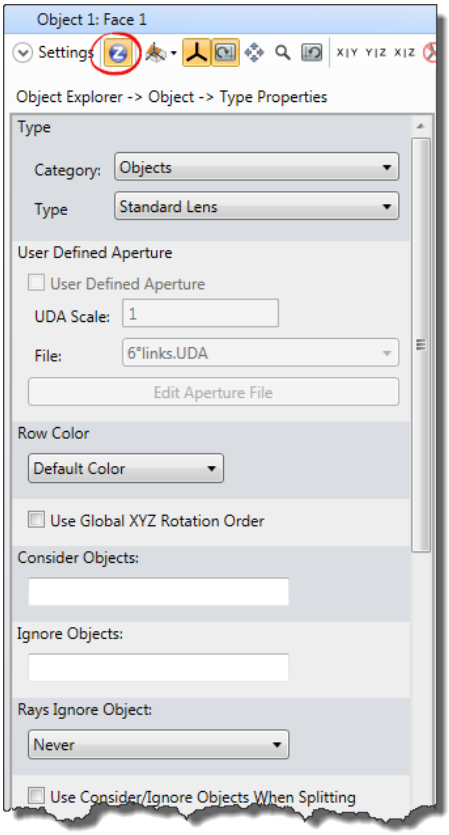
透明度 若选项为“忽略”，会忽略透明度值，并将所有表面和物体绘制为不透明表面和物体；若选项为“考虑”，会根据物体属性 > 绘制设置中的定义绘制半透明表面和物体。

背景 选择背景颜色。

有关工具栏按钮和功能的更多信息，请参阅“工具栏按钮功能”的实体模型工具栏部分。

物体属性（物体编辑器）

可以通过单击“设置”旁边的工具栏按钮展开和最小化“物体属性”窗格：



在更改其中一个设置后按键盘上的“Enter”键，将会更新物体查看器和任何其它打开分析中的物体，包括 NSC 编辑器。

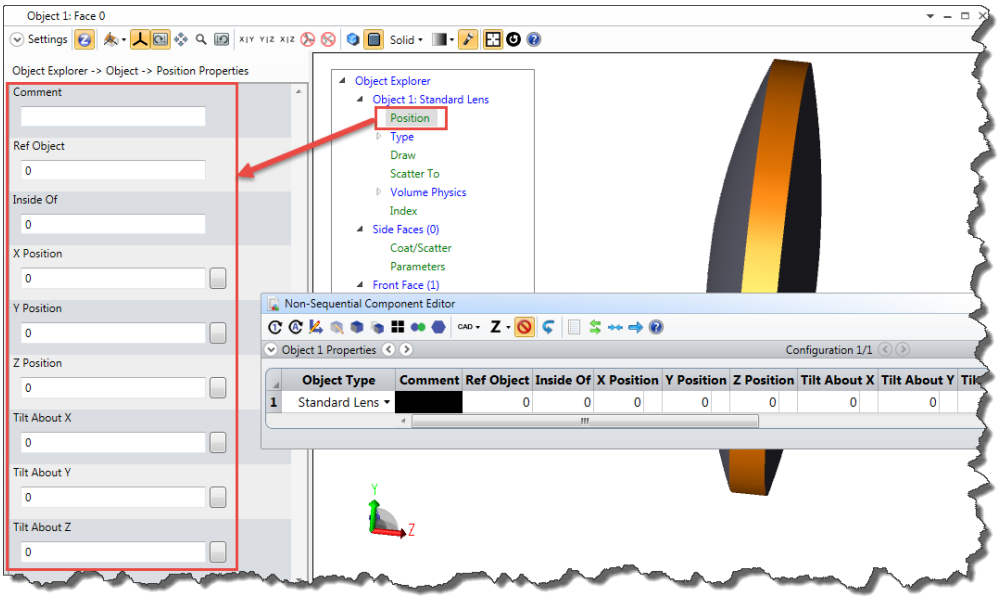
按键盘上的“Tab”键接受设置，并将设置关注点移至下一个字段。

“物体属性”窗格显示后（参阅上面的截图），根据物体特征树中的选择显示相应的属性。如果选择物体特征树中的主标题，则物体的所有属性都将显示在“物体属性”窗格中。如果选择物体特征树中的副标题，则将限制物体属性显示的项数，只显示与选定标题相关的属性。

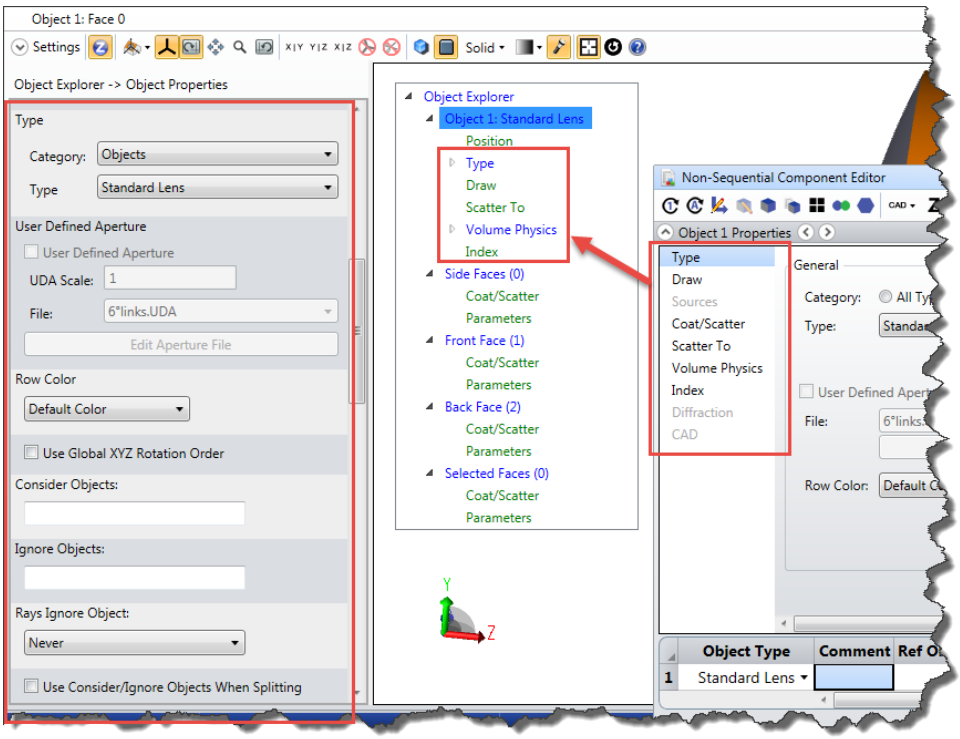
在物体特征树中的“物体”名称下（如：“物体 1：标准透镜”），有下列副标题：

- 位置：NSC 编辑器中的列的第一部分，包括物体的注解、参考物体、在…内部标记、XYZ 位置和 XYZ 倾斜。有关这些字段的更多信息，请参阅物体放置的“坐标系”和“参考物体”部分。
- 类型：物体类型、任何所需的数据文件、光线追迹设置和任何适用的探测器设置。有关更多信息，请参阅物体属性的“类型”部分。
- 绘图：确定物体显示在 3D 视图和实体模型查看器上的方式。有关更多信息，请参阅物体属性的“绘图”部分。
- 光源：设置光源物体的偏振、光线追迹、阵列和光谱属性。有关更多信息，请参阅物体属性的“光源”部分。
- 散射路径：选择物体“散射路径模型”和相关设置。有关更多信息，请参阅物体属性的“散射路径”部分。
- 体散射：物体体散射方法、波长漂移和鳞光/荧光设置。有关更多信息，请参阅物体属性的“体散射”部分。
- 折射率：将物体折射率设置为各向同性、双折射或渐变折射率。有关更多信息，请参阅物体属性的“折射率”部分。
- 衍射：定义衍射表面的属性和分裂光线的方式。有关更多信息，请参阅物体属性的“衍射”部分。
- CAD：导入 CAD 物体、光源导入物体、布尔物体和具有其它 CAD 设置的旋转物体。有关更多信息，请参阅物体属性的“CAD”部分。

以下是显示“物体 1：标准透镜 > 位置”设置的截图。“物体属性”窗格中的设置与 NSC 编辑器的列中的设置相同：



标题“物体 1：标准透镜”下的其余设置与“NSC 编辑器”>“物体属性”中的可用设置相匹配，如下面的截图所示。但是，您可能会注意到在标题“物体 1：标准透镜”下未列出“膜层/散射”设置，因为它们与单个面相关联。有关更多信息，请参阅下一部分“物体特征树”。



物体特征树

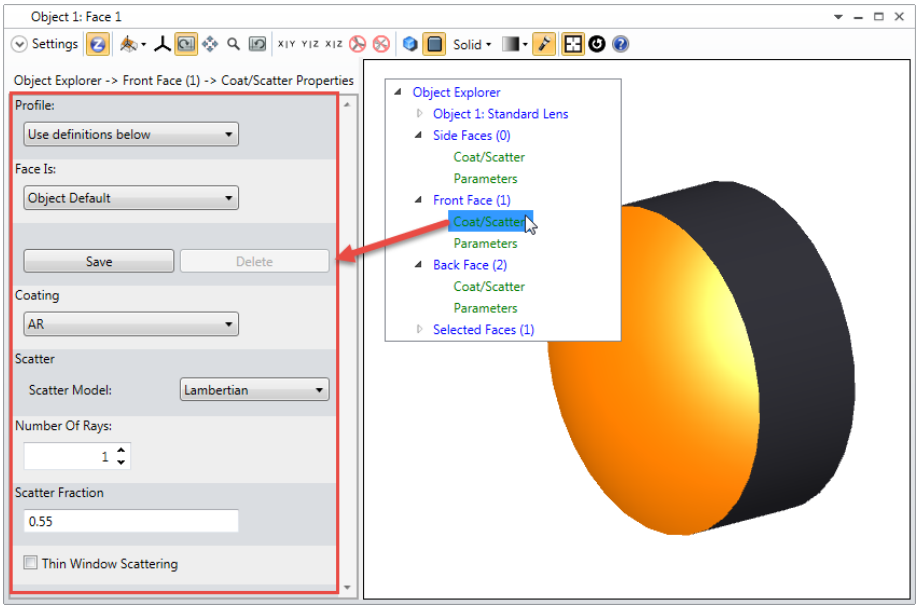
物体特征树在物体查看器上始终可见。



可以通过左键单击标题名称旁边的箭头展开或折叠树中的每个标题。此外，可以使用上/下键盘按键滚动标题，使用左/右键盘按钮折叠/展开标题。

在前一部分“物体属性”中解释了物体名称下的标题，但在每个面标题下还具有其它的膜层/散射和参数标题。

“膜层/散射”设置可确定物体面的膜层和散射文件。有关这些设置的更多信息，请参阅物体属性文档中的“膜层/散射”部分。左键单击前面 (1) 下的膜层/散射标题，可显示前面 (1) 的膜层和散射设置：

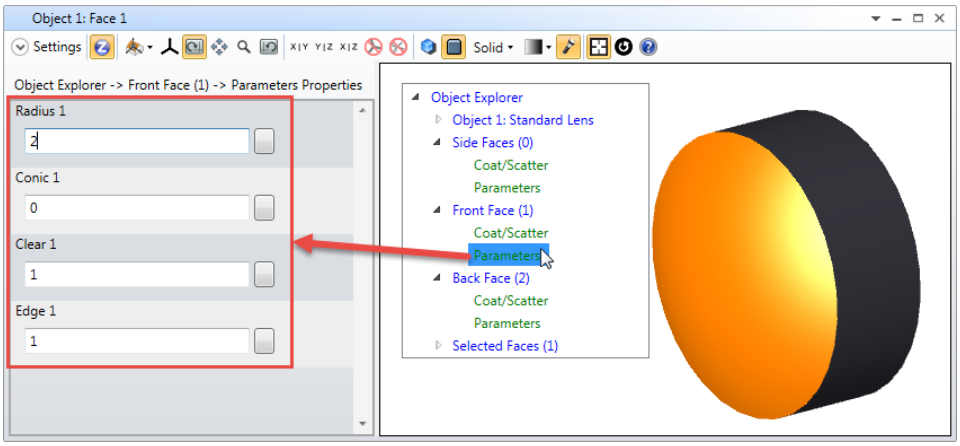


由于“膜层/散射”设置与特定面相关联，因此在物体名称下方未列出此标题，并且它对于每个面都是重复的。同样，大多数物体参数与特定面相关联，因此每个面也具有“参数”标题。要查看与物体面相关联的参数，请参阅每个 NSC 几何物体和 NSC 探测器的描述结尾部分的表。

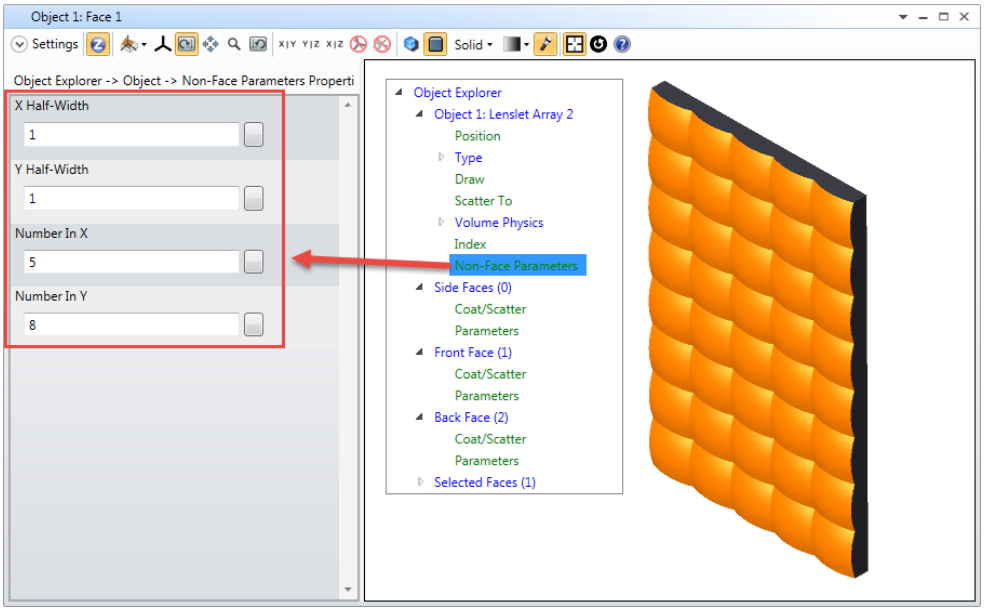
例如，以下是标准透镜物体的参数表：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用 0 表示无限（平面）。	前面	1
2	前表面的圆锥系数。	前面	1
3	前表面通光孔径的半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前面	1
4	透镜前侧边缘的径向孔径。	前面	1
5	透镜的中心厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用 0 表示无限（平面）。	后面	2
7	后表面的圆锥系数。	后面	2
8	后表面净孔径的半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后面	2
9	透镜后侧边缘的径向孔径。	后面	2

根据上表，标准透镜参数半径 1、圆锥系数 1、净孔径 1 和边缘 1 都与物体的前面 (1) 相关联。因此，如果标准透镜在物体编辑器中，左键单击以选择物体特征树 > 前面 (1) > 参数标题将只显示与前面 (1) 相关联的参数：

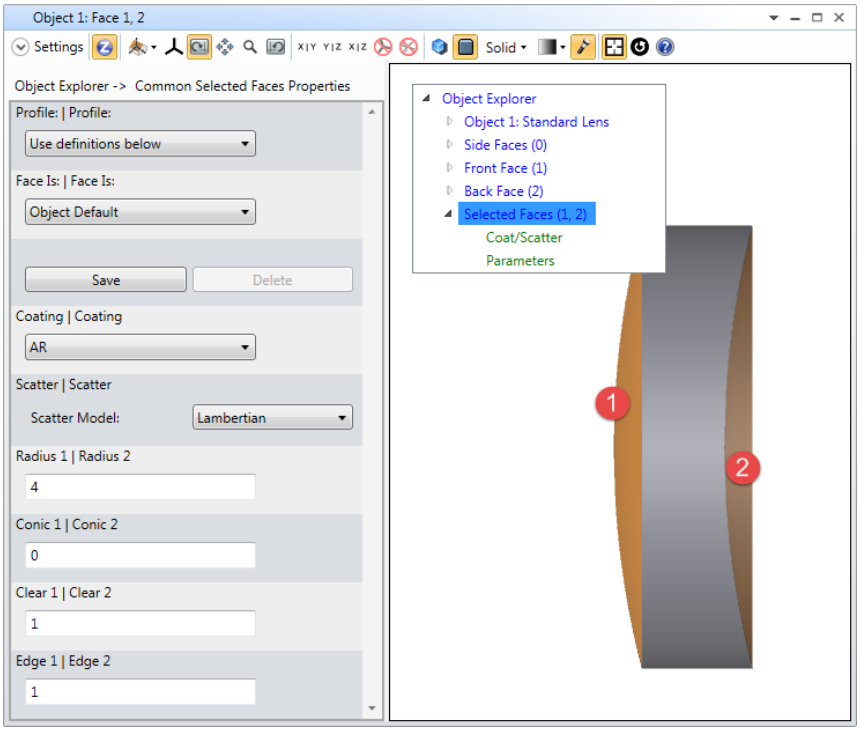


有些物体具有不包含参数的面，且这些面将不会有“参数”标题。例如，透镜阵列 1 的内面 (3) 不具有任何参数。此外，有些参数与物体面不相关联，且这些参数属于“非面参数”。示例如下：



物体特征树中的最后一个标题是“选定面（编号）”，且此标题会更新以显示物体查看器中的选定面。在上面的截图中，选择面 1，因此将此标题更新为“选定面 (1)”。此外，可以在物体查看器中选择多个面（参阅下一部分了解说明），且此标题将会相应更新。例如，如果选择标准透镜的前表面和后表面，标题将为“选定面 (1, 2)”。

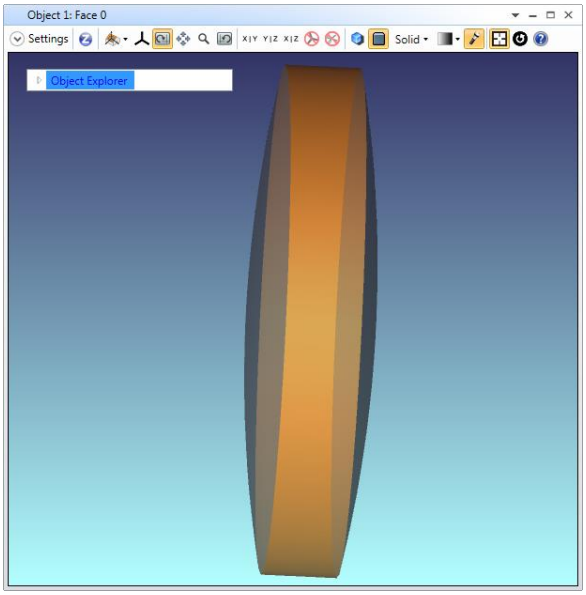
“选定面”标题特别有用，因为可以一步更改所有选定面的膜层/散射设置和所有常用参数。在下面显示的截图中，将标准透镜的前面和后面的半径设置为 4：



请注意，针对选定面所显示的物体属性**仅显示第一个面的属性**。例如，假设前表面半径为 4 和后表面半径为 10，则在物体查看器中可同时选择两个面。尽管它们的半径不同，但物体属性窗格在显示选定面 (1, 2) > 参数时只会显示半径 4。在“半径 1 | 半径 2”设置中键入 4 可将两个半径同时设置为 4，因此会将后面的半径更改为 4。但是，如果后面的半径使用拾取求解，则它将保持不变。

物体查看器

物体编辑器的“物体查看器”部分会显示当前选择的物体，并且与实体模型非常类似。有关工具栏按钮和功能的更多信息，请参阅“工具栏按钮功能”的实体模型工具栏部分。用户可以在物体查看器上旋转并缩放物体，并单击不同的面以查看其相关属性。



可以使用下列鼠标功能：

- 左键单击面 — 仅选择该面（将取消选择任何其它面）
- Ctrl+左键单击面 — 切换面选择并选择多个面（其它面选择将保持不变）
- Alt+左键单击面 — 仅选择该面，并跳转至物体特征树中的面标题
- 右键单击面 — 打开显示特定面参数的浮动窗口（参阅“面属性”）
- 双击不起任何作用

当物体查看器有关注点点时可以使用以下键盘功能：

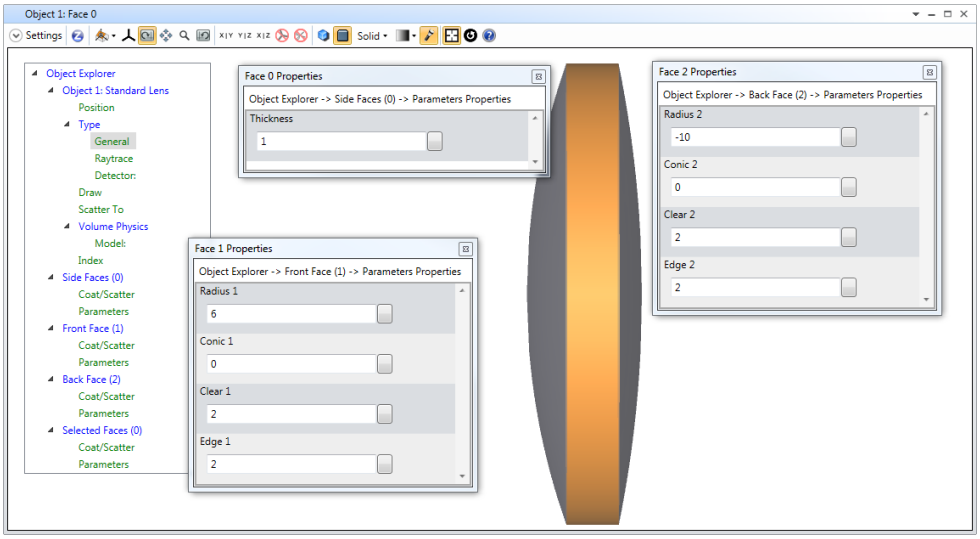
- 左/右箭头键 — 围绕 X 轴旋转
- 上/下箭头键 — 围绕 Y 轴旋转
- PgUp/PgDown — 围绕 Z 轴旋转
- Home/End 键 — 放大/缩小

如果在“物体属性”>“绘图”设置中选择“不绘制物体”设置，将从所有视图中隐藏物体，但在物体编辑器中仍可见。

请注意，在物体查看器中不支持光源物体，但光源物体属性仍将显示在物体属性窗格和物体特征树中。

面属性

右键单击物体查看器上的面可打开浮动窗口，并显示特定面参数：



可以为物体的每个面打开“面属性”窗口。如果已最小化物体属性窗格，则此选项特别有用。

“面属性”窗口只显示面参数。

[使用编辑器](Using the Editors)

[编辑器窗口操作](Editor Windows Operations)

编辑器窗口主要用于输入透镜和评价函数数据。每个编辑器类似于电子表格，具有行和列。行和列的交叉形成一个单元格。如果编辑器为当前窗口（带有高亮显示标题栏），则将会高亮

或以相反颜色显示一个单元格。此单元格称为当前单元格，并且它拥有所谓的输入“对象”。单元格的反转颜色称为光标，尽管它不是通常意义上的光标。

具有输入对象意味着会将在键盘上输入的所有数据发送到当前单元格。控制命令（如光标键或控制键组合）则是直接发送到主窗口。要修改当前单元格中的数据，键入新数据，完成后按 Enter 键。

要将增量值添加到单元格，键入一个加号，并键入增量值，然后按 Enter 键。例如，要将 12 更改为 17，只需键入“+5”，然后按 Enter 键。也可以使用“*”乘号和“/”除号。要减去一个值，键入一个减号和一个空格，然后键入要减去的值。需要键入一个空格来区分减号和输入的负数。

要修改单元格的一部分内容而无需重新键入整个值，双击该单元格，或者单击该单元格，然后按 F2 功能键。然后，可以使用光标左键，光标右键、主页和 End 键在单元格内进行浏览以便于编辑。还可以使用鼠标来选择并替换部分文本。对单元格中的数据作出更改后，按 Enter 键将完成编辑，并将光标保留在该单元格中。按上箭头键或下箭头键也可以完成编辑，并相应地移动光标。按 Tab 键或 Shift-Tab 键将完成编辑，并向右或向左移动光标。

要复制（粘贴）单元格值，右键单击并从右键单击菜单中选择“复制单元格”（或“粘贴单元格”），或者使用 Ctrl + C（或 Ctrl + V）键盘快捷键。这可以复制（或粘贴）单元格值的全精度，即使只显示几个数字。

要在镜头数据编辑器、非序列元件编辑器或多重结构编辑器中的任何单元格上快速创建拾取求解，首先将光标移动到您想要从中拾取值的单元格。右键单击并选择“复制单元格”，或者使用 Ctrl + C 键盘快捷键。然后，右键单击目标单元格，并选择“创建单元格拾取”，或者使用 Ctrl + Alt + V 键粘贴从复制单元格拾取求解的复制值。请注意，如果在复制和粘贴操作之间插入或删除表面或物体，则结果可能无效。

要选择整行，可以单击行号，或者使用键盘快捷键，然后在选择行中的任意单元格时按 Shift + 右箭头键。要选择多行，可以单击行号并拖动鼠标，或者使用键盘快捷键，然后在选择一行时按 Shift + 上/下箭头键。可以按照与复制和粘贴单个单元格相同的方式复制和粘贴整行。请注意，在 OpticStudio 的不同版本之间不支持复制和粘贴行。

要终止编辑任何单元格，请按 Esc 键。

按向左、向右、向上和向下光标键可以相应地移动光标。在按住 Ctrl 键的同时按向左、向右、向上和向下键将在相应方向移动一次显示一页的编辑器。还可以使用 Tab 键和 Shift-Tab 键向右和向左移动光标。

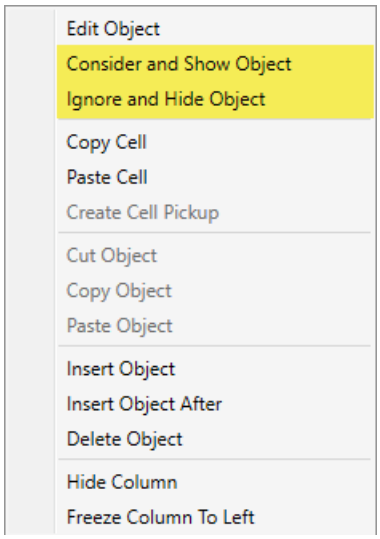
按 Page Up 和 Page Down 键可以移动光标一次显示一页。按 Ctrl + Page Up 键和 Ctrl + Page Down 键可以将光标移动到当前列的顶部和底部。按 Home 键和 End 键可以将光标分别移动到第一列第一行和第一列最后一行。按 Ctrl + Home 键和 Ctrl + End 键可以将光标分别移动到最后一列的第一行和最后一行。

所有编辑器都支持调整列宽。要更改列的大小，请将标题区域中表格的顶部行中的鼠标指针直接放置在其中一个垂直列分隔线上。当鼠标指针更改为调整大小图标后，按住鼠标左键，然后向左或向右将列宽拖动到所需的大小。

考虑并显示物体： 在物体属性的类型中将“光线忽略物体”设置为“从不”，并在物体属性的绘图中不勾选“不显示此物体”。

忽略并隐藏物体：将“光线忽略物体”设置为“总是”，并勾选“不显示此物体”。

注意，对于光源，“光线忽略物体”是禁用的。因此，这两个右击选项的设置只会切换“不显示此物体”复选框。



[撤销、重做和恢复](Undo, Redo, and Recover)

在 OpticStudio 中，撤销功能具有三种不同的状态：无、每一步都存储以及磁盘多步存储。撤销状态在“配置选项”对话框的“常规”部分中设置，如“设置选项卡”中所述。

撤销：无

如果将撤销功能状态设置为无，则不支持任何撤销功能。在没有足够的系统内存或磁盘空间的计算机上使用此选项来支持撤销功能。

撤销：每一步都存储

OpticStudio 在每次编辑或优化之前和之后将当前镜头的副本存储在内存中。如果选择撤销，则当前镜头与前一个镜头交换。如果选择重做，则再次交换镜头，系统会保存每一步操作。

在出现意外编辑时可使用每一步都存储撤销功能恢复镜头，或者在优化后将镜头恢复到之前状态。但是，只支持一步撤销。此选项的优点是速度快；将之前镜头保存在内存中的速度非常快。

撤销：磁盘多步存储

OpticStudio 在每次编辑或优化后将当前镜头的副本存储在磁盘上的 ZMX 文件中。这些存储的镜头文件用来实现无限多步撤销功能，这样允许恢复对镜头所作的任何更改或系列更改。在出现意外编辑后可使用撤销功能恢复镜头，或者在优化后将镜头恢复到之前状态，或者甚至在进行重大更改后也可以如此。

要恢复对镜头所作的更改，请从 OpticStudio 主工具栏中选择“撤销”按钮。可以执行任意次数的撤销，恢复到加载镜头文件后第一次进行编辑的状态。重做功能可恢复上一次撤销。

OpticStudio 将撤销文件的文件夹保留在 <data>\Undo 文件夹中（参阅“文件夹”）。每次保存文件、打开新文件或 OpticStudio 正常终止后会自动删除撤销文件。如果 OpticStudio 异常终止、操作系统出现故障、计算机断电或任何其它原因而使镜头数据丢失，OpticStudio 都可以通过还原上一次撤销文件来恢复丢失的数据。OpticStudio 启动时，会进行检查以查看是否存在任何撤销文件。由于这些文件是在正常终止过程中所删除，因此存在撤销文件表示前一个异常终止。OpticStudio 将发出警告信息，并显示用于恢复上一个撤销文件的选项。如果已恢复，应使用新的文件名立即保存此文件，因为透镜不会存储旧的文件名。

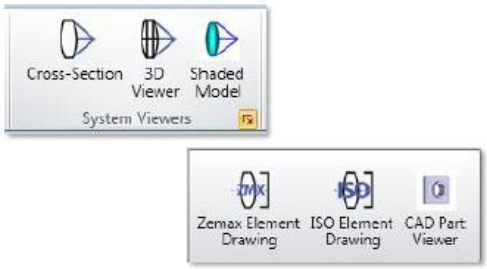
撤销功能会稍微降低操作编辑器的速度，因为在每次编辑后都会执行保存操作。保存不会降低光线追迹或优化的速度，只会降低编辑镜头数据的速度。

如果同时运行多个 OpticStudio 会话，则每个会话都拥有自己的撤销文件。但是，要从崩溃或异常程序终止恢复，将需要运行相同数量的 OpticStudio 会话来恢复所有文件。例如，如果

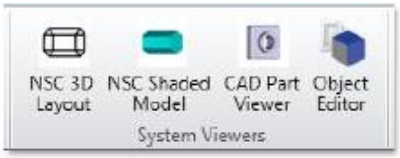
OpticStudio 的 2 个会话正在运行，且电源出现故障，则 OpticStudio 的第一个新的会话将能够恢复之前的第一个 Session 文件。将需要启动 OpticStudio 的第二个会话来恢复之前的第二个 Session 文件。

视图组(System Viewers Group (the Setup Tab)

“设置”选项卡中提供了以下系统查看器。

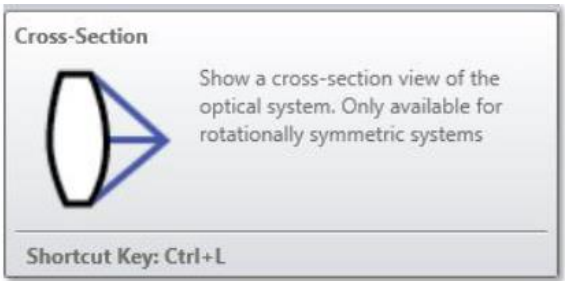


以下是在非序列用户界面模式下“设置”选项卡中提供的系统查看器：



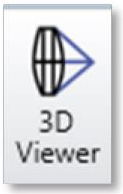
2D 视图（Setup Tab, sequential）

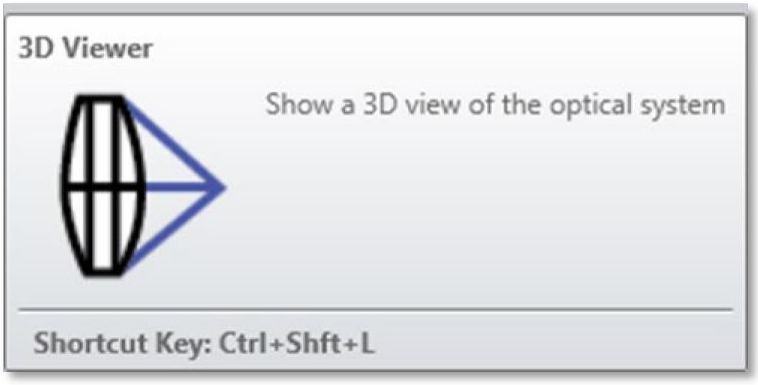




请参阅“分析选项卡”的“系统查看器”部分下的“2D 视图”。

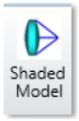
3D 视图（Setup Tab, sequential）

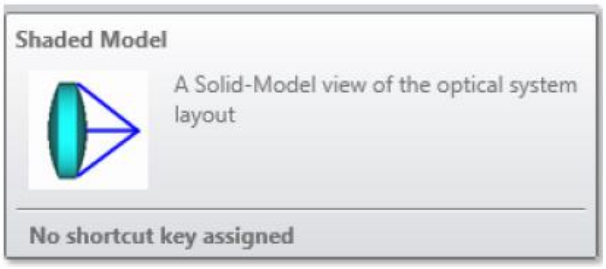




请参阅“分析选项卡”的“系统查看器”部分下的“3D 视图”。

实体模型（Setup Tab, sequential）





“请参阅分析选项卡”的“系统查看器”部分下的“实体模型”。

ZEMAX 元件制图（Setup Tab, sequential）





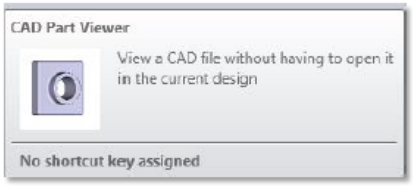
ISO 元件制图（Setup Tab, sequential）





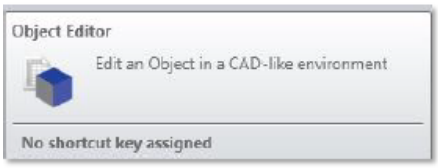
CAD 零件查看（Setup Tab）





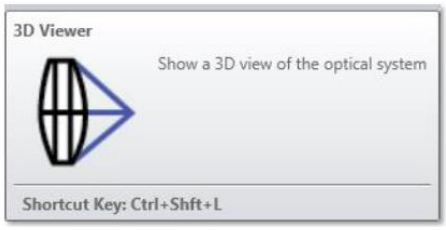
物体编辑器（Setup Tab）





NSC 3D 视图（Setup Tab non-sequential）

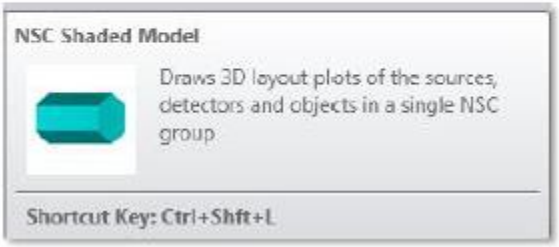




请参阅“分析选项卡（非序列模式）”的“系统查看器”部分下的“NSC 3D 视图”。

NSC 实体模型（Setup Tab, non-sequential）

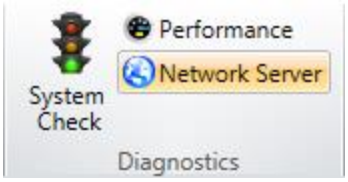




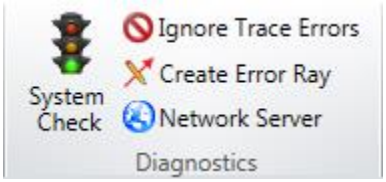
请参阅“分析选项卡（非序列模式）”的“系统查看器”部分下的“NSC 实体模型”。

[诊断组](Diagnostics Group)

“设置”选项卡中提供了以下诊断工具。

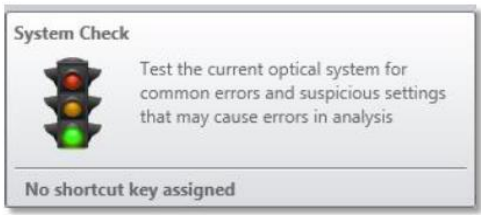


以下是在非序列用户界面模式下“设置”选项卡中提供的诊断工具：



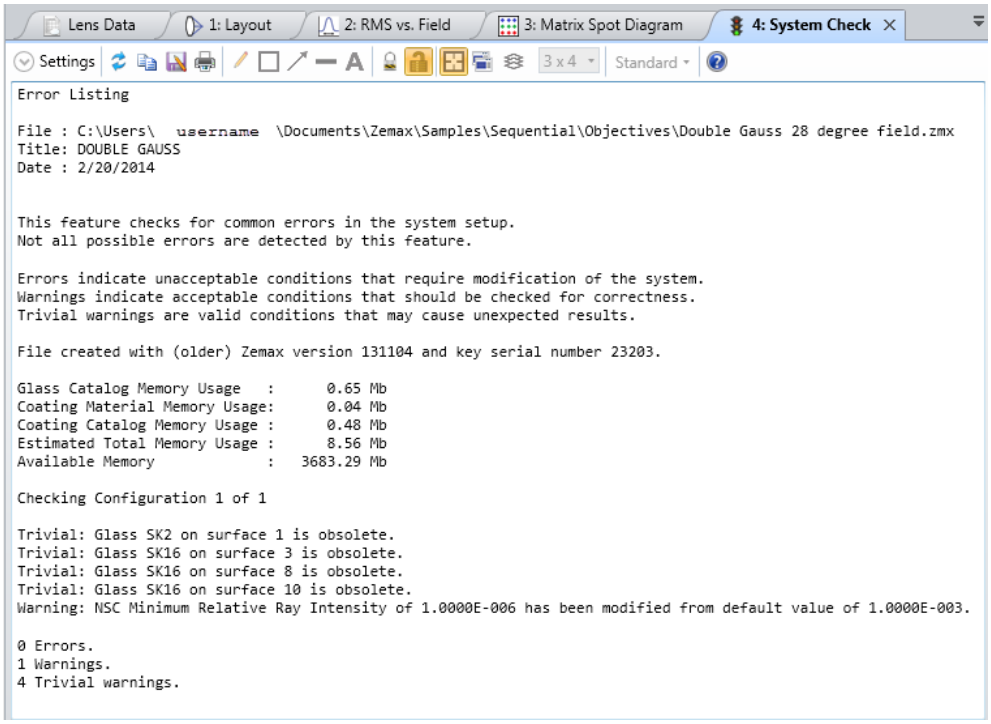
[系统检查](System Check)





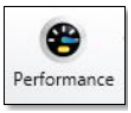
设置选项卡的“诊断”部分中提供了系统检查工具。此工具用于在单独的窗口中生成有关透镜系统的数据。

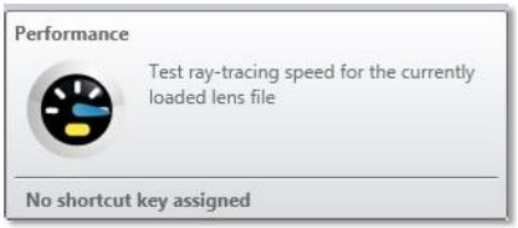
以下系统检查是使用 OpticStudio 序列目标采样文件“Double Gauss 28 degree field.ZMX”生成：



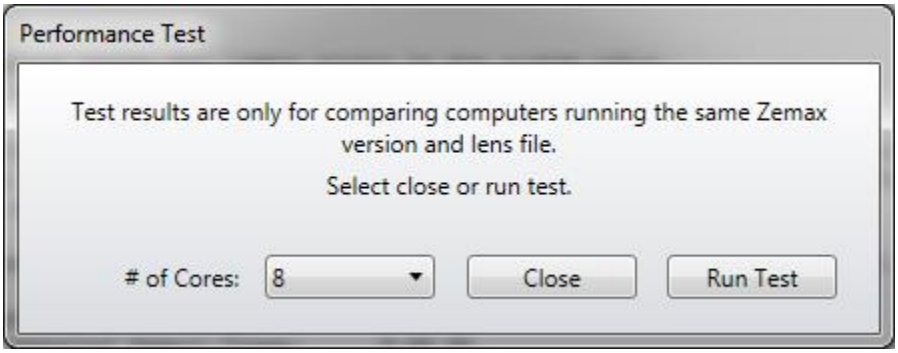
本报告测试当前光学系统是否存在可能会在分析中导致错误的常见错误和可疑设置。此功能不检查每一个可能的错误。会将每个检测到的潜在问题报告为错误或警告。应将错误看作是系统设置的严重缺陷，应进行纠正。警告不太严重，表示应检查条件，并验证相关设置的正确性。

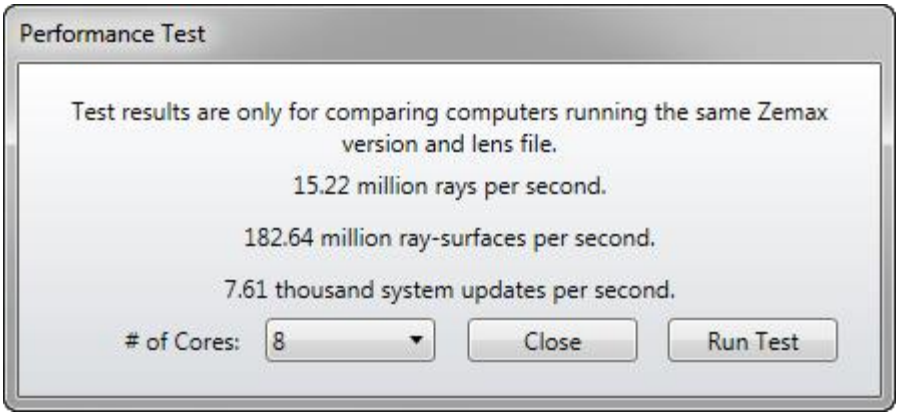
[性能](Performance)





设置选项卡的“诊断”部分中提供了性能测试工具。性能测试对当前加载的镜头文件的每秒光线-表面的数量以及系统每秒更新次数进行检查。



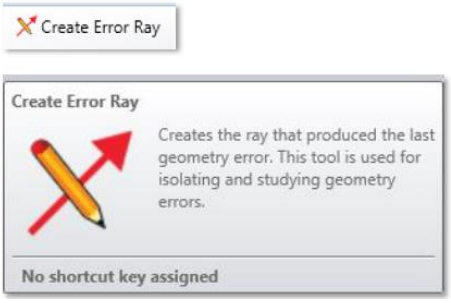


每秒光线-表面的性能数量是通过当前光学系统追迹大量的随机倾斜光线进行测量，然后除以光线的数量，再乘以在过去的时间（以秒为单位）追迹的表面的数量。

系统每秒更新次数通过执行多次系统更新，然后将更新的次数除以系统执行更新所经历的时间（以秒为单位）。系统更新包括重新计算光瞳位置、视场数据（如光线瞄准坐标）、透镜孔径、折射率、求解以及在进行任何光线追迹之前必须对透镜执行的其它基本检查。

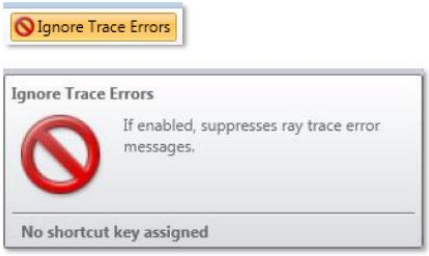
速度可能会有很大不同，取决于系统处理器、时钟速度和透镜复杂性。

[生成错误光线](Create Error Ray)



此工具用于隔离和分析几何误差。有关几何误差的更多信息，请参阅“能量损失”。每当显示几何误差时（不只是检测到的误差），都会保存光线起始坐标和余弦。可以使用这些起始值生成一条光源光线（参阅“光源光线”），来复制含有错误的光线。如果使用此工具，光线追迹时光源本身的显示数目和分析数目都将被设置为 0。新的光源光线（物体类型）将会被添加到物体列表中，新的光源是生成的几何误差光线。

[忽略追迹错误](Ignore Trace Errors)

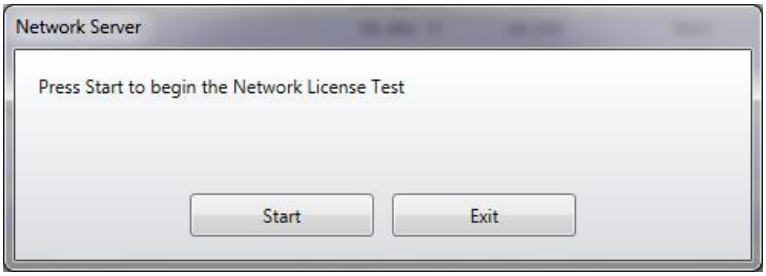


如果选择此选项，（如果检测到）也不报告在非序列组内发生的光线追迹错误。这些错误包含物体在非序列组中可能的放置不当。但是，在某些系统中，可能已经正确定义物体位置，但偶尔仍会产生错误信息。

选择此选项将关闭这些错误信息报告。

[网络服务器](Network Server)

设置选项卡的“诊断”部分中提供了网络服务器测试工具。

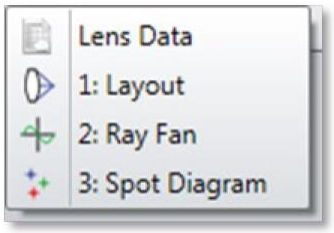


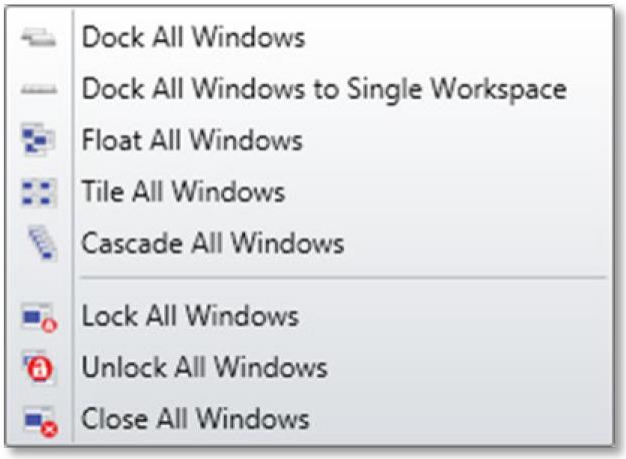
此功能用于确认 OpticStudio 网络密钥服务器的正确安装和配置。此测试不需要使用网络密钥，因此在转换为网络许可证以确保正确的网络操作之前可以使用它。

[窗口控制组](Window Control Group)

“设置”选项卡中提供了以下窗口工具。







[窗口置前](Bring to Front)



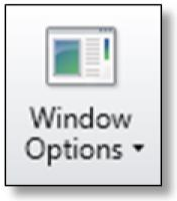


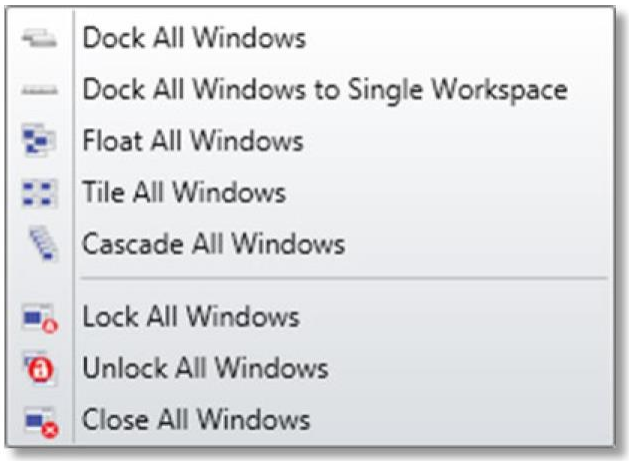


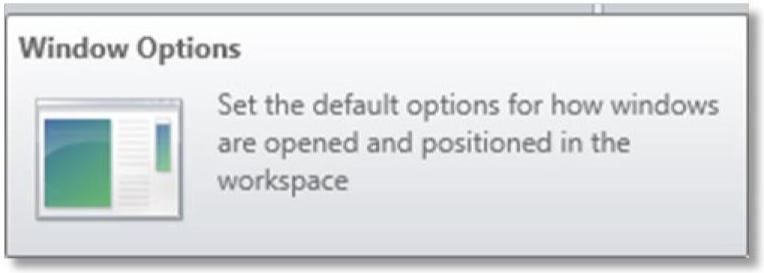
设置选项卡的“窗口控制”部分中提供了窗口置前工具。

选择“窗口置前”可显示所有打开窗口的下拉菜单列表。可以选择列表中的任何窗口，并将其置于工作区的前面。

[窗口选项](Window Options)







设置选项卡的“窗口控制”部分中提供了“窗口选项”按钮。

以下是窗口显示选项，用于设置如何在工作区中打开并定位窗口的默认选项。

布局所有窗口 将所有窗口布局到工作区。请注意，这可能会在工作区中创建多个窗格。

将所有窗口布局到单个工作区 在工作区的单个窗格中布局所有窗口。
浮动所有窗口 使所有窗口在工作区中相互独立浮动。
平铺所有窗口 将所有窗口在工作区中平铺排列。
层叠所有窗口 在工作区中层叠所有窗口。
锁定所有窗口 防止更新所有打开的窗口。通常用于生成参考数据。
解锁所有窗口 解锁所有打开的窗口，以便于更新。
关闭所有窗口 关闭工作区中所有打开的窗口。

[布局所有窗口](Dock All Windows)



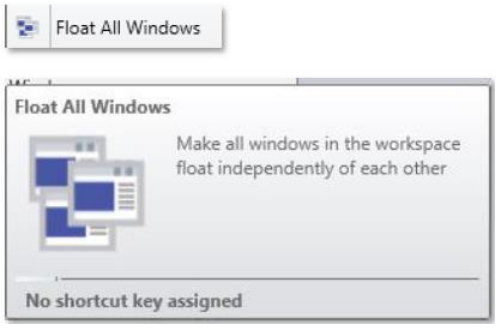
布局所有窗口将所有窗口布局到工作区。请注意，这可能会在工作区中创建多个窗格。

[将所有窗口布局到单个工作区](Dock All Windows to Single Workspace)



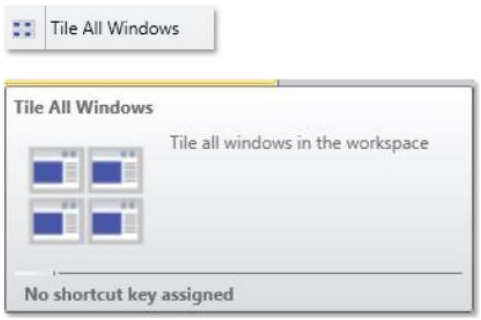
将所有窗口布局到单个工作区在工作区的单个窗格中布局所有窗口。

[浮动所有窗口](Float All Windows)



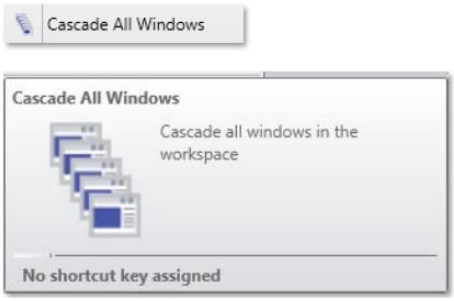
浮动所有窗口使所有窗口在工作区中相互独立浮动。

[平铺所有窗口](Tile All Windows)



平铺所有窗口将所有窗口在工作区中平铺排列。

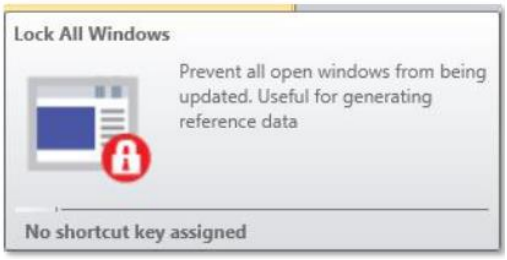
[层叠所有窗口](Cascade All Windows)



层叠所有窗口在工作区中层叠所有窗口。

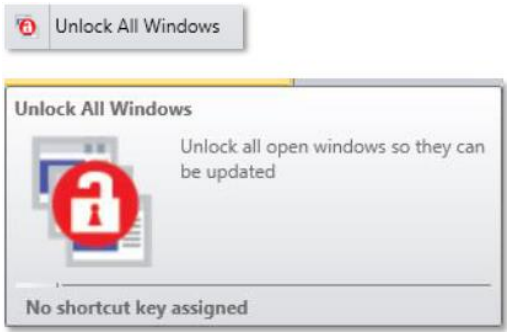
[锁定所有窗口](Lock All Windows)





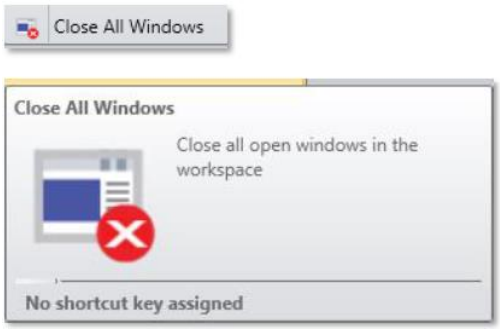
锁定所有窗口防止更新所有打开的窗口。通常用于生成参考数据。

[解锁所有窗口](Unlock All Windows)



解锁所有窗口解锁所有打开的窗口，以便于更新。

[关闭所有窗口](Close All Windows)



关闭所有窗口关闭工作区中所有打开的窗口。

[布局新窗口](Dock New Windows)



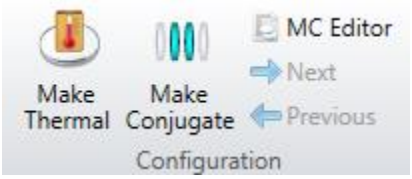
设置选项卡的“窗口控制”部分中提供了“布局新窗口”按钮。



此工具可在工作区中切换布局窗口和浮动窗口。

[结构组](Configuration Group)

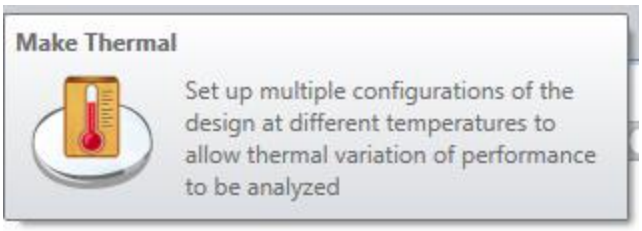
“设置”选项卡中提供了以下结构工具。



[热分析（Setup Tab Sequential UI Mode）]

设置选项卡的“结构”部分中提供了“热分析”按钮。



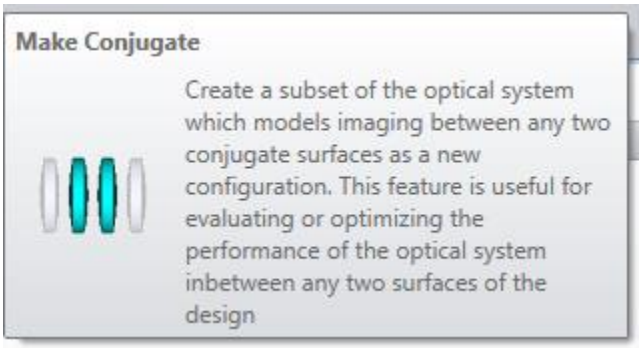


请参阅“多重结构编辑器”（位于“设置选项卡”的“编辑器”部分）下“多重结构编辑器工具栏”中的“热分析”按钮。

[共轭分析（Setup Tab Sequential UI Mode）]



设置选项卡的“结构”部分中提供了“共轭分析”按钮。

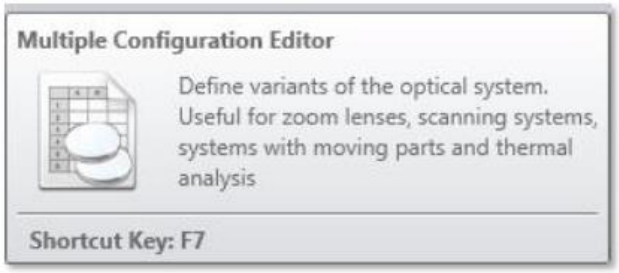


请参阅“多重结构编辑器”（位于“设置选项卡”的“编辑器”部分）下“多重结构编辑器工具栏”中的“共轭分析”按钮。

[添加所有数据（从“设置选项卡”访问）](Add All Data(Setup Tab Sequential UI Mode))



设置选项卡的“多重结构”部分中提供了“添加所有数据”按钮。



请参阅位于“设置选项卡”的“编辑器”部分中的“多重结构编辑器”。

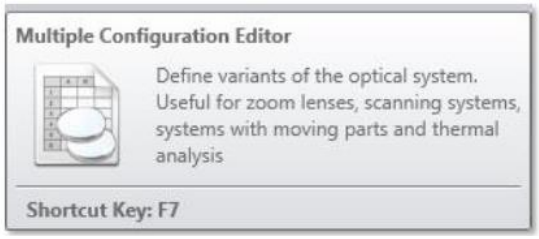
[多重结构编辑器（Multiple Configuration Editor(Setup Tab Sequential UI Mode)）]





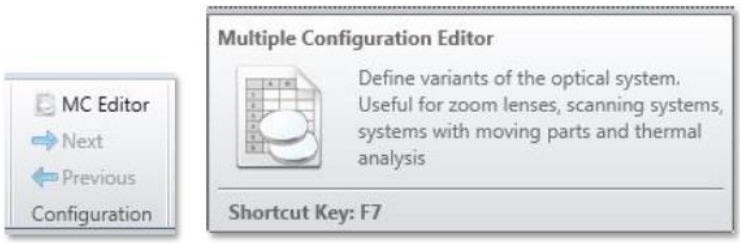


设置选项卡的“多重结构”部分中提供了“多重结构编辑器”按钮。



请参阅位于“设置选项卡”的“编辑器”部分中的“多重结构编辑器”。

[多重结构编辑器(Multiple Configuration Editor(Setup Tab Non-Sequential UI Mode)）]



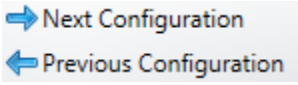




“多重结构编辑器”工具在非序列模式下同样可以使用。

[下一个/上一个结构](Next/Previous Configuration)

设置选项卡的“结构”部分中提供了“下一个结构”和“上一个结构”按钮。



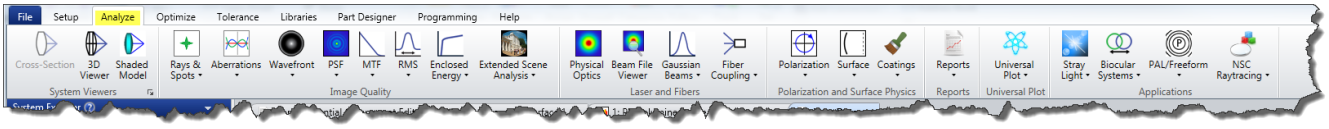
这些按钮可将当前结构更改为在多重结构编辑器中定义的下一个或上一个结构。请参阅位于“设置选项卡”的“编辑器”部分中“多重结构编辑器”下的“当前结构”。

分析选项卡（序列用户界面模式）

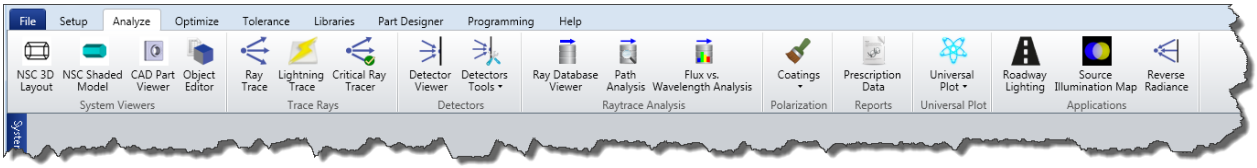
The Analyze Tab (sequential ui mode)

通过此选项卡可访问 OpticStudio 的所有分析功能

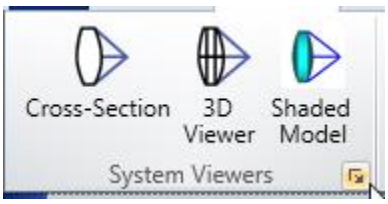
“分析”选项卡（序列用户界面模式）



“分析”选项卡（非序列用户界面模式）



视图组（分析选项卡，序列用户界面模式）System Viewers Group (the analyze tab, sequential ui mode)

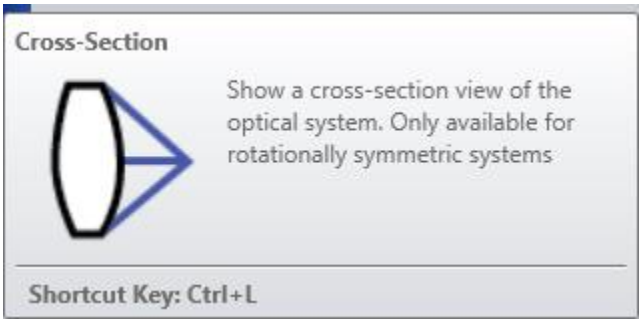




这些选项可提供多种查看透镜和元件的方式。

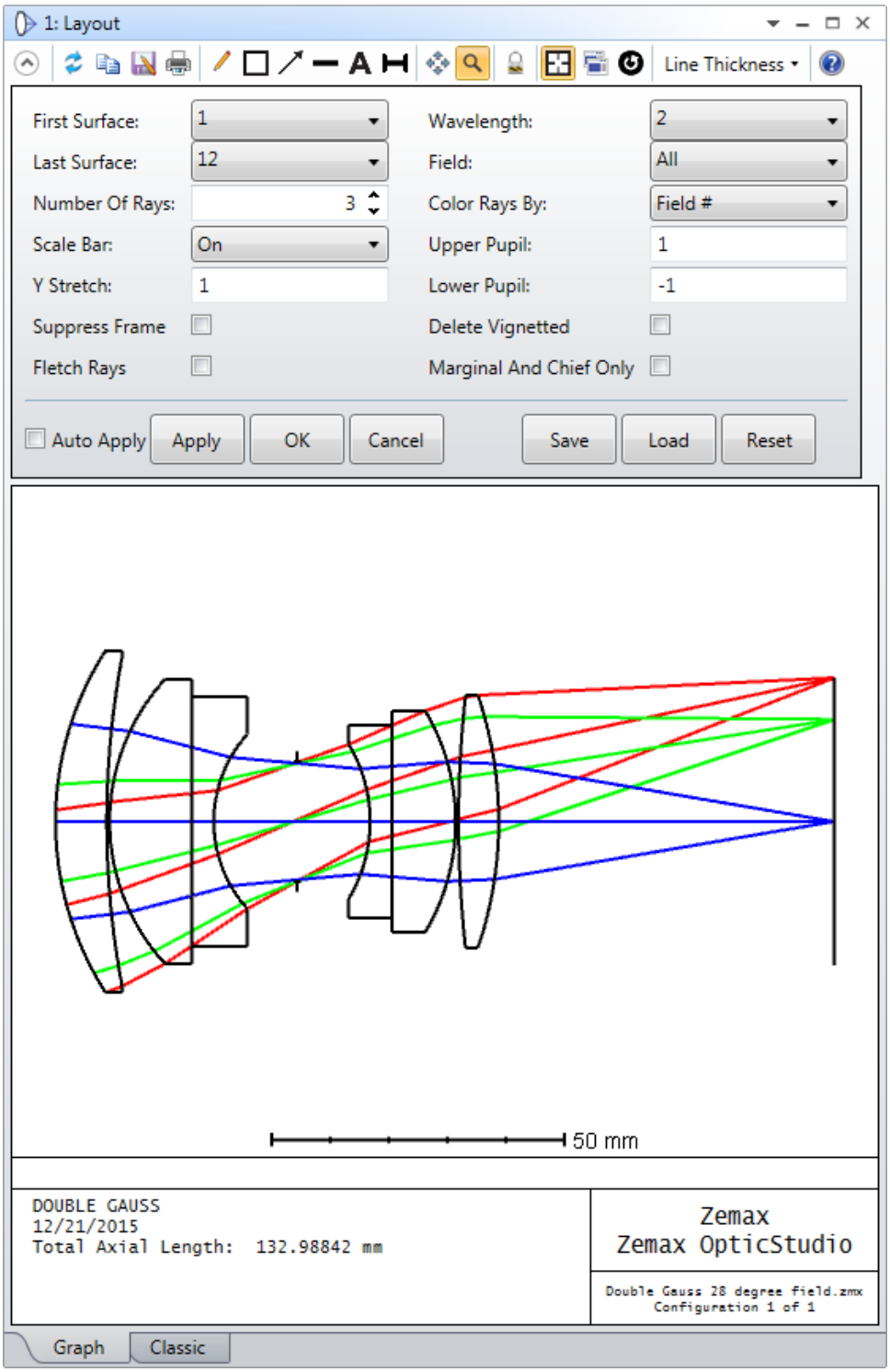
截面图





这是透镜的 YZ 截面图。有“绘图”视图和“经典”视图可供选择，如果已打开“经典”视图（在配置选项中开启），可在视图框左下角处进行切换。

可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图” >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图。



如果使用坐标间断、支撑杆遮光（spider）、遮光偏心、X 角度、全息图或破坏透镜旋转对称性的其它属性，则此功能不可用。请使用三维布局图替代。如果光线错过某表面，则不会在发生错误的表面上绘制这些光线。如果光线被全反射，则光线将会被绘制直至出错位置所在的表面，但不会穿过该表面。追迹失败的光线部分可以通过使用“光线追迹”功能来进行详细评估。

起始面 绘图的第一个面。

终止面 绘图的最后一个面。

波长 显示任意波长光线或所有波长的光线。

视场 可以显示任意或者所有视场的光线。

光线数 用于定义在每个指定的视场中，所显示的子午光线的数量。光线将沿光瞳光扇方向均匀分布，除非已指定切趾。此参数可以设定为零。

比例尺（在“绘图”视图中）如果比例尺设置为“开”，则会在窗口的底部显示比例尺。当布局图放大或缩小时，将自动调节比例尺。

比例因子（在“经典”视图中）如果比例因子设定为零，则将选择“充满边框”，它将对所绘制的各个表面区域进行自动缩放，以填充绘图页面。如果输入数值，则将以“实际”尺寸乘以比例因子来绘制图形。例如，如果比例因子为 1.0，则将在打印机（而不是显示器）上打印镜头的实际尺寸。如果比例因子为 0.5，则将按照镜头的一半比例进行打印。

Y 拉伸 Y 方向相对扩大。此控件对绘制纵横比很大的系统很有用。如果值为负数、零或一，则忽略此设置。

光瞳上限 用于绘制光线的最大光瞳坐标。

光瞳下限 用于绘制光线的最小光瞳坐标。

仅边缘和主光线 仅绘制边缘和主光线，此设置覆盖其它光线设置。

光线颜色 （通过）选择“视场#”可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择“波长#”以区分不同波长的光线，选择“结构#”以区分不同结构的光线，以及选择“波长”模拟可见光谱中的波长颜色。

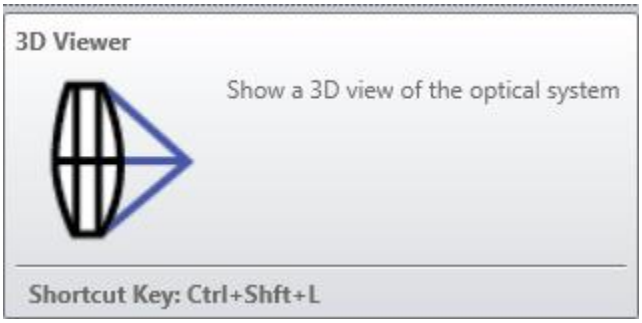
取消绘制边框 在窗口底部取消绘制边框，以便为布局图本身留出更多空间。不会显示比例尺、地址栏或其它数据。

删除渐晕 如果选中，光线在任何表面产生渐晕时，均不会被绘制。

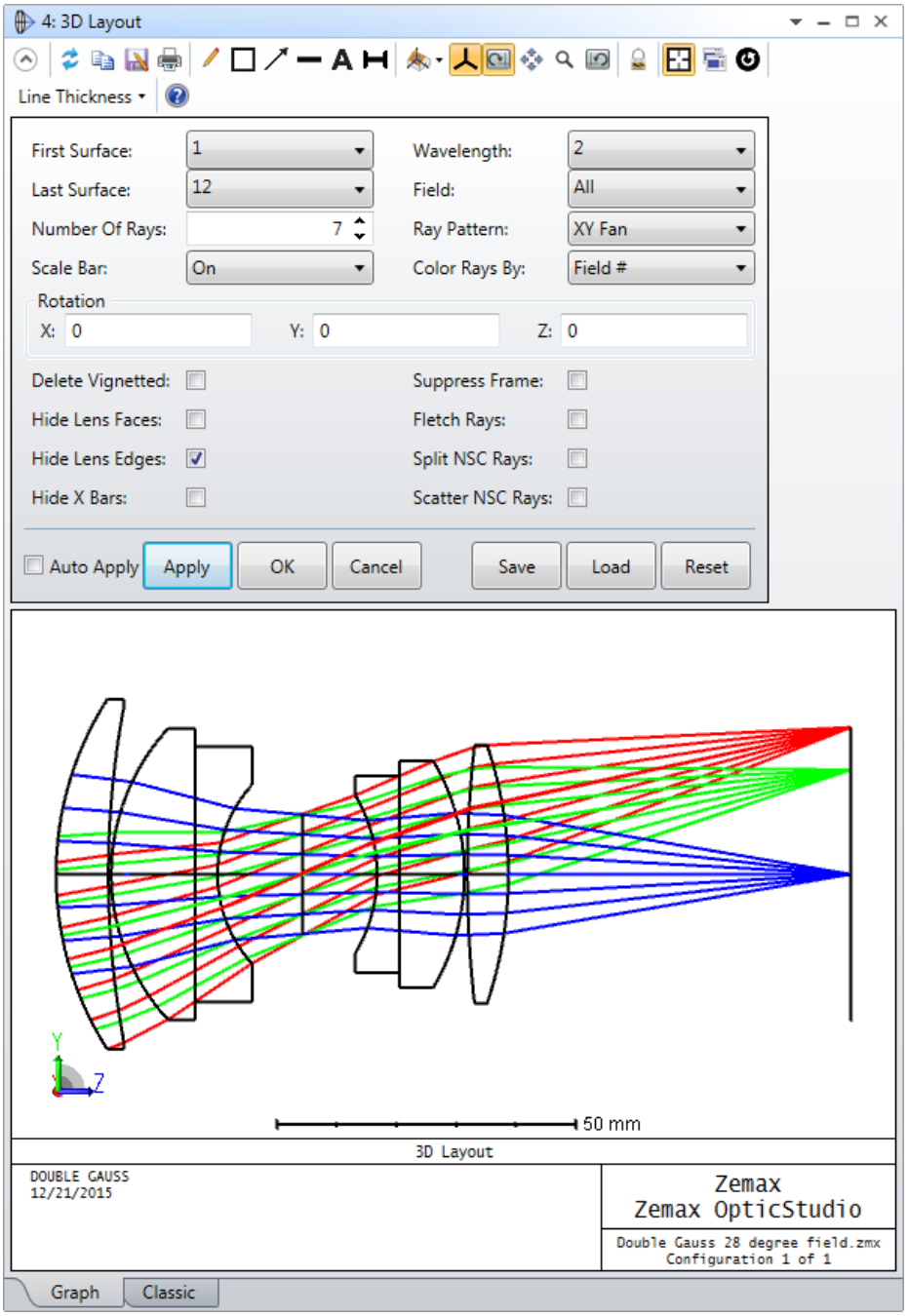
光线箭头 如果选中，每条光线上将绘制小箭头，以指明光线传播方向。

3D 视图





绘制透镜系统的三维布局图。此算法可绘制透镜的三维线框图。有“绘图”视图和“经典”视图可用，如果已（在配置选项中）打开“经典”视图，可在视图框左下角处进行切换。可在“设置”选项卡 > “项目配置选项” > “绘图 > “启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图。



起始面 绘图的第一个面。

终止面 绘图的最后一个面。

波长 显示任意波长光线或所有波长的光线。

视场 可以显示任意或者所有视场的光线。

光线数 用于定义在每个指定的视场和波长中，所显示的光线的数量。光线将沿光瞳的光扇方向均匀分布，除非已指定切趾，或者当选择的“光线样式”为“环”时则沿该光环的外缘均匀分布。此参数可以设定为零。如果“光线样式”设定为“列表”，该选项将被忽略。

光线样式 选择“XY 扇形图”、“X 扇形图”、“Y 扇形图”、“环”、“列表”、“随机”或“网格”，以表示要追迹的光线的样式。“列表”选项表示要追迹的光线可由用户自定义，用户可自行在文件中列出需要追迹的光线列表；有关光线列表格式的信息，请参阅下面的“详述”。如果选择“列表”，则将忽略“光线数”设置。

比例尺（在“绘图”视图中）如果比例尺设置为“开”，则会在窗口的底部显示比例尺。当布局图放大或缩小时，将自动调节比例尺。

比例因子（在“经典”视图中）如果比例因子设定为零，则将选择“充满边框”，它将对所绘制的各个表面区域进行自动缩放，以填充绘图页面。如果输入数值，则将以“实际”尺寸乘以比例因子来绘制图形。例如，如果比例因子为 1.0，则将在打印机（而不是显示器）上打印镜头的实际尺寸。如果比例因子为 0.5，则将按照镜头的一半比例进行打印。

隐藏透镜面 如果选中此选项，则不绘制透镜面，仅绘制透镜边缘。此选项很有用，因为某些复杂系统在绘制所有表面后看起来很杂乱。

隐藏透镜边 如果选中此选项，则不绘制透镜的外孔径。此选项对为三维布局图提供二维“截面”外观很有用。

此选项不适用于用户自定义的孔径和光阑。

隐藏 X 方向线框 如果选中此选项，则不绘制透镜面的 X 轴部分。此选项在选中“隐藏透镜边”，但不选中“隐藏透镜面”时很有用。

绕 X 轴旋转 镜头绕 X 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Y 轴旋转 镜头绕 Y 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Z 轴旋转 镜头绕 Z 轴旋转的角度（以度为单位）。

光线颜色 对于序列光线，选择“视场#”可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择“波长#”以区分不同波长的光线，选择“结构#”以区分不同结构的光线，以及选择“波长”模拟可见光谱中的波长颜色。

对于非序列光线，选择“视场 #”可使用不同颜色以区分不同光源发出的光线，除非光源已分配有用户定义颜色。

取消绘制边框 取消绘制窗口底部边框，以便为布局图本身留出更多空间。不会显示比例尺、地址栏或其它数据。

删除渐晕 如果选中，任何渐晕表面被遮挡的光线，均不会被绘制。

结构 当存在多重结构时，该选项被激活（并出现在设置菜单中）。选择“所有”可显示所有结构，选择“当前”仅显示当前结构，也可以选择任意组合的其它结构。

X、Y、Z 偏移 当存在多重结构时，该选项被激活（并出现在设置菜单中）。在同一绘图中同时显示多重结构时，不同结构间的 X、Y 和 Z 方向的偏移量（以镜头单位表示）。此选项仅在绘制“所有”结构时起作用。

光线箭头 如果选中，每条光线上将绘制小箭头，以指明光线传播方向。

NSC 光线分裂 如果选中，则 NSC 光源的光线在与表面的交点处将以统计方式进行分裂。从输入端（混合模式中）进入的光线不会受此设置的影响。

NSC 光线散射 如果选中，则 NSC 光源的光线在与表面的交点处将以统计方式进行散射。从输入端（混合模式中）进入的光线不会受此设置的影响。

详述

在键盘中按左、右、上、下键或 Page Up、Page Down 键可旋转显示画面，以提供不同的观察角度。

坐标轴 为创建布局图，OpticStudio 可将旋转光学模型的三维坐标投影到二维平面上。从概念上讲，光学模型首先在非旋转的三维空间中渲染，其中 +z 方向朝右，+y 方向朝上，而 +x 方向指向电脑屏幕（背离观察者）。

所有表面和几何体的坐标和取向均根据全局坐标参考面（在“表面属性对话框”中设置)定义。

此三维模型随后根据设置中所指定的“绕 X 轴旋转”、“绕 Y 轴旋转”和“绕 Z 轴旋转”值旋转（有关旋转顺序的信息，请参阅“绘图”）。

然后将生成的三维模型投影到二维平面上，只需沿水平方向绘制 z 坐标，沿垂直方向绘制 y 坐标即可；忽略 x 坐标。

为了直观定义模型的方向，绘图的左下角显示了坐标轴（经典视图中）。此坐标轴包含沿全局坐标参考面的 +x、+y 和 +z 轴方向伸展的 3 条直线。这 3 条直线随绘图旋转而旋转。如果三维坐标轴的坐标直线均在绘图平面中，且从绘图平面伸展出来（指向观察者），则使用黑色绘制。如果坐标轴直线从绘图平面进入电脑屏幕（背离观察者），则使用灰色绘制这些直线。

光线错误 如果光线错过某个表面，则不会在发生错误的表面上绘制这些光线。如果光线被全反射，则光线将会被绘制直至出错位置所在的表面，但不会越过该表面。追迹失败的光线部分可以通过使用“光线追迹”来进行详细评估。这些注解仅适用于序列物面的光线，不适用于 NSC 光源的光线。

结构数据 在绘制所有结构时，可以分别从 x、y 和 z 方向在各个结构之间添加偏移值。如果需要，偏移值可以都为零。如果偏移值为零，将叠加所有结构；否则，这些结构都将根据指定偏移值彼此分离显示。注意：所有偏移值均根据全局坐标参考面位置进行定义。全局坐标参考面可在“系统选项”的“系统孔径”下的选项进行定义。如果所有偏移值为零，则所有结构均在全局坐标参考面重叠显示。

光线列文件格式 如果选择“列表”作为光线样式，则要追迹的光线将在一个特定文件中被定义。文件名必须是 RAYLIST.TXT，并且文件必须位于 <data>\Miscellaneous 文件夹下。文件格式为 ASCII，并且支持两种不同的光线定义方式，即隐式和显式。隐式格式文件中的每条直线包含两个数，分别表示归一化光瞳坐标的 p_x 值和 p_y 值。在每个特定的视场和所选的波长下，追迹这些光线。

示例：按以下数值定义四条边缘光线：

0.0 -1.0

0.0 1.0

-1.0 0.0

1.0 0.0

显式格式文件中的 EXPLICIT 一词后跟 x、y、z、l、m、n 和波长编号；其中 x、y 和 z 是光线起始坐标，l、m 和 n 是光线方向余弦，而波长编号是一个表示要使用的波长的整数编号。所有坐标都在物方空间中。如果物距是无限的，则空间坐标相对于表面 1。如果物不在无穷远处，则此坐标相对于表面 0。在这两种情况下，光线都是从物方介质折射到表面 1。如果使用显式格式，将忽略视场和波长设置，仅追迹文件中列出的光线。

示例：沿 Y 轴与 Z 轴平行的波长 1、2 和 3 这三条光线定义如下：

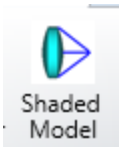
EXPLICIT

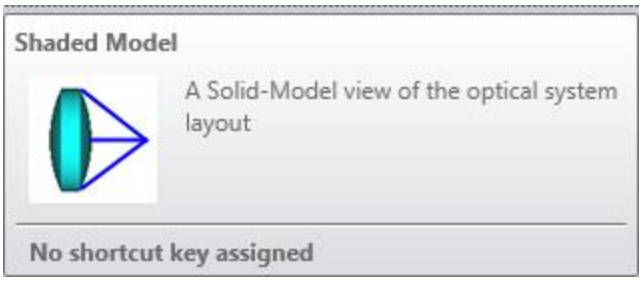
0.0 -5.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1

0.0 +0.0 0.0 0.0 0.0 1.0 2

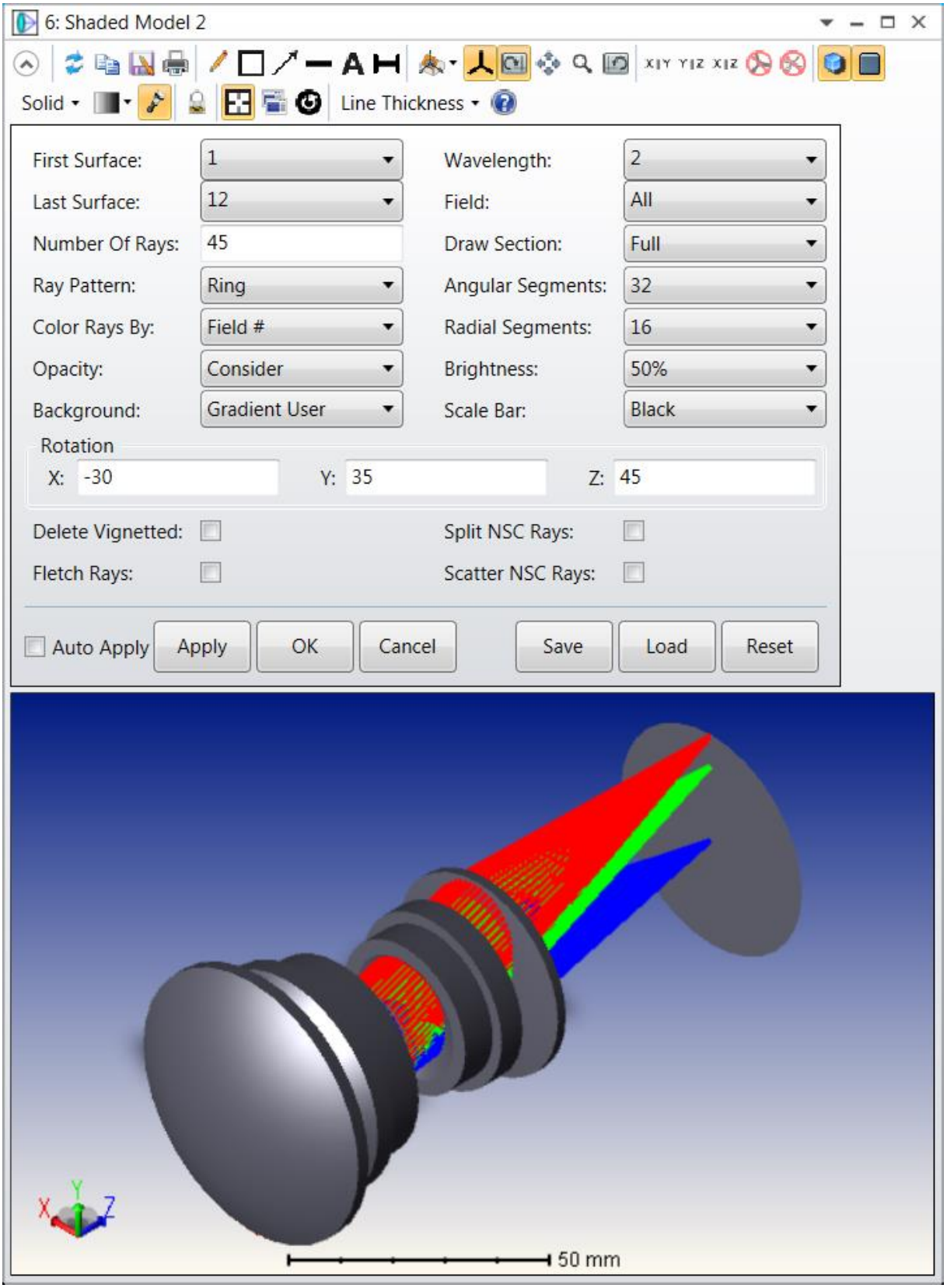
0.0 +5.0 0.0 0.0 0.0 1.0 3

实体模型





绘制透镜的着色实体模型图。


6: Shaded Model 2
Solid
Line Thickness
First Surface: 1
Last Surface: 12
Number Of Rays: 45
Ray Pattern: Ring
Color Rays By: Field #
Opacity: Consider
Background: Gradient User
Wavelength: 2
Field: All
Draw Section: Full
Angular Segments: 32
Radial Segments: 16
Brightness: 50%
Scale Bar: Black
Rotation
X: -30
Y: 35
Z: 45
Delete Vignetted:
Fletch Rays:
Split NSC Rays:
Scatter NSC Rays:
Auto Apply
Apply
OK
Cancel
Save
Load
Reset
50 mm

在渲染超过 1,200,000 像素的 NSC 探测器物体时，为使所需计算机内存总量合理，系统不会显示单个像素值的数据。

有关“实体模型”工具栏的更多信息，请参阅“工具栏按钮功能”。

起始面 绘图的第一个面。

终止面 绘图的最后一个面。

波长 显示任意波长光线或所有波长的光线。

视场 可以显示任意或者所有视场的光线。

光线数 用于定义在每个指定的视场和波长中，所显示的光线的数量。光线将沿光瞳的光扇方向均匀分布，除非已指定切趾，或者当选择的“光线样式”为“环”时则沿该光环的外缘均匀分布。此参数可以设定为零。如果“光线样式”设定为“列表”，该选项将被忽略。

画切面 选择“完整”以完整绘制单个透镜元件。“3/4”、“1/2”和“1/4”选项只能绘制此元件的相应比例部分，并会显示透镜内部剖切视图。此选项仅作用于序列表面数据，不影响 NSC 物体。

光线样式 选择“XY 扇形图”、“X 扇形图”、“Y 扇形图”、“环”、“列表”、“随机”或“网格”，以表示要追迹的光线的样式。“列表”选项表示要追迹的光线可由用户自定义，用户可自行在文件中列出需要追迹的光线列表；有关光线列表格式的信息，请参阅下面的“详述”。如果选择“列表”，则将忽略“光线数”设置。

比例尺（在“绘图”视图中）如果比例尺设置为“开”，则会在窗口的底部显示比例尺。当布局图放大或缩小时，将自动调节比例尺。

角向段数 模拟透镜形状所使用的角向段数。数字越大，需要的处理时间就越长。

径向段数 模拟透镜形状所使用的径向段数。数字越大，需要的处理时间就越长。

绕 X 轴旋转 镜头绕 X 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Y 轴旋转 镜头绕 Y 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Z 轴旋转 镜头绕 Z 轴旋转的角度（以度为单位）。

光线颜色 对于序列光线，选择“视场#”可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择“波长#”以区分不同波长的光线，选择“结构#”以区分不同结构的光线，以及选择“波长”模拟可见光谱中的波长颜色。

对于非序列光线，选择“视场 #”可使用不同颜色以区分不同光源发出的光线，除非光源已分配有用户定义颜色。

背景 选择背景颜色。

透明度 若选项为“忽略”，会忽略透明度值，并将所有表面和物体绘制为不透明表面和物体；若选项为“考虑”，会根据表面和物体属性设置对话框中的设置绘制半透明表面和物体；若选项为“全部 50%”，会覆盖定义的透明度，并对所有物体使用 50% 的透明度。

亮度 可以控制像面的整体亮度变化。

删除渐晕 如果选中，光线在任何表面产生渐晕效果时，均不会被绘制。

结构 当存在多重结构时，该选项被激活（并出现在设置菜单中）。选择“所有”可显示所有结构，选择“当前”仅显示当前结构，也可以选择任意组合的其它结构。

X、Y、Z 偏移 当存在多重结构时，该选项被激活（并出现在设置菜单中）。在同一绘图中同时显示多重结构时，不同结构间的 X、Y 和 Z 方向的偏移量（以镜头单位表示）。此选项仅在绘制“所有”结构时起作用。

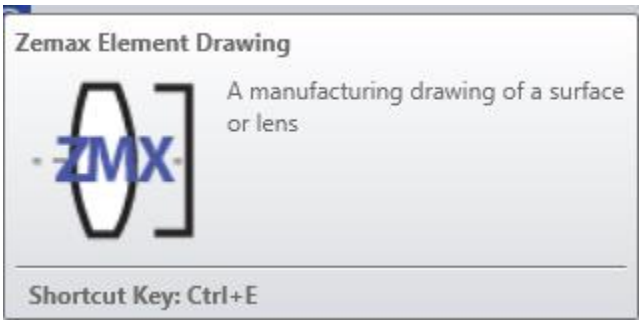
光线箭头 如果选中，每条光线上将绘制小箭头，以指明光线传播方向。

NSC 光线分裂 如果选中，则 NSC 光源的光线在与表面的交点处将以统计方式进行分裂。从输入端（混合模式中）进入的光线不会受此设置的影响。

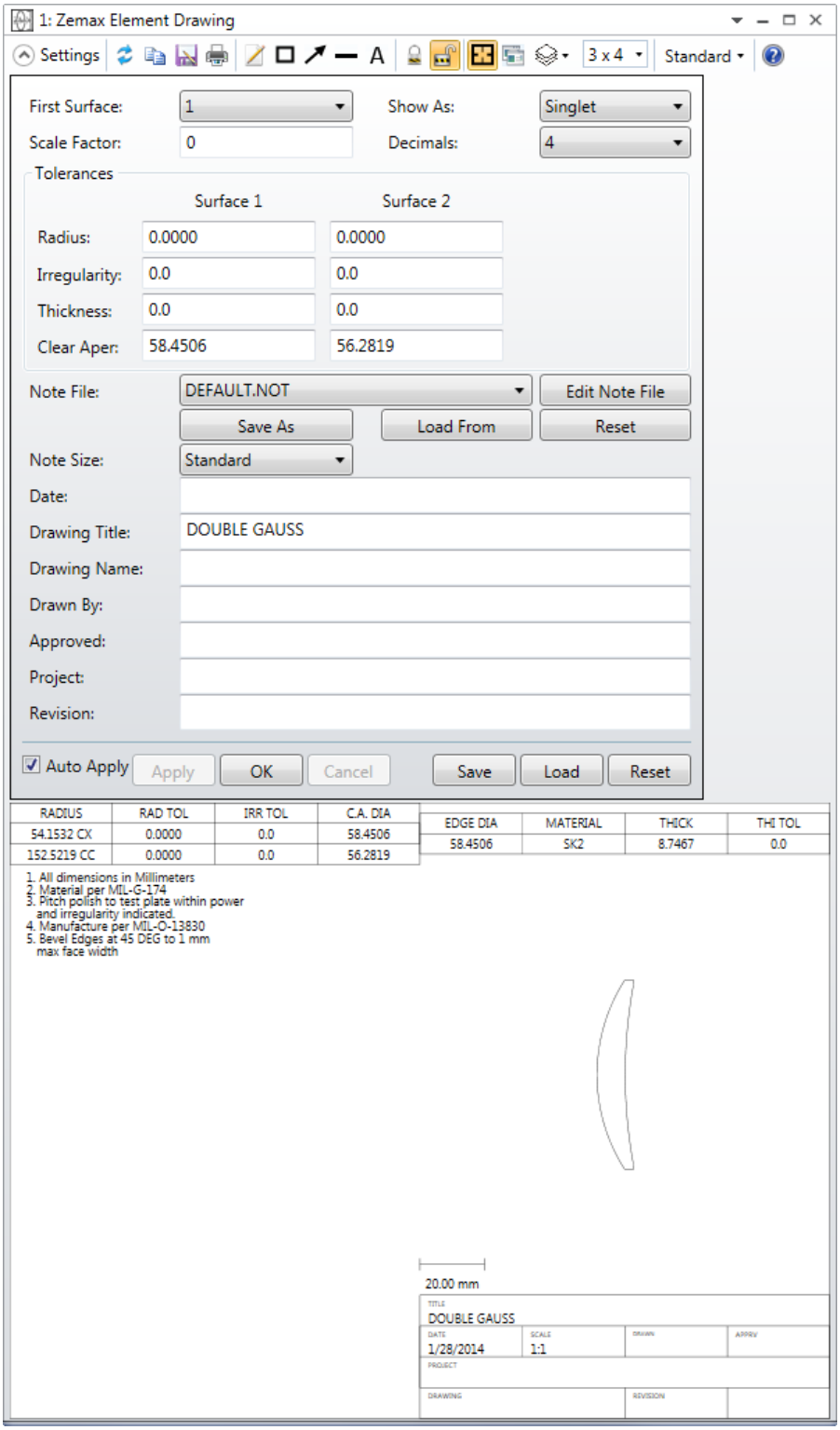
NSC 光线散射 如果选中，则 NSC 光源的光线在与表面的交点处将以统计方式进行散射。从输入端（混合模式中）进入的光线不会受此设置的影响。

Zemax 元件图（系统查看器组）





此功能可绘制适合在光学车间生产中使用的表面、单镜头、双胶合镜头或三胶合镜头元件的机械图。



表面 要绘制的元件的第一个面。

显示为 选择“表面”、“单镜头”、“双胶合镜头”或“三胶合镜头”。

备注文件名 ASCII 文件的名称，该文件包含要添加至元件绘图备注部分的备注。备注应始终以数字 2 开始，因为数字 1 是保留供单位规格使用的。

编辑备注文件 单击此按钮将调用 Windows NOTEPAD.EXE 编辑器，此编辑器可用于修改选定的备注文件。

半径 指定表面的半径公差值。

不规则度 指定表面的不规则度公差值。

净孔径 指定表面的净孔径的直径。

厚度 指定表面的中心厚度公差。

缩放因子 如果比例因子设定为零，则将选择“充满边框”，它将对所绘制的各个表面区域进行自动缩放，以填充绘图页面。如果输入数值，则将以“实际”尺寸乘以比例因子来绘制图形。例如，如果比例因子为 1.0，则将在打印机（而不是显示器）上打印镜头的实际尺寸。如果比例因子为 0.5，则将按照镜头的一半比例进行打印。

小数点 在数值中要使用的小数位数。按下“全部重置（表面、显示为和标题除外）”按钮，为所有显示的数字重新设置格式。

绘图标题 此处可由用户输入任何自定义文本。默认值为镜头标题。

日期 如果留空，则将使用默认日期格式。如果输入文本，则会使用该文本。

绘图名称 以下各处均可由用户自定义。可以输入任意文本。没有默认值。

审核

修订

制图

工程

备注字体大小 选择“标准”、“中号”、“小号”或“适中”。选项按照字体大小降序排序。“备注字体大小”设置仅影响在绘图上用做注释的备注文件大小。字体越小，能显示的备注文件就越大。

另存为/载入自 这两个按钮允许保存和重新加载显示在“元件制图设置”框上的所有设置。数据将以二进制格式进行存储，扩展名为 ELE。

全部重置（...除外）如果选中，则此按钮将重置指定表面的所有默认公差和孔径，但当前表面、显示为和文本标题将保持不变。

详述 按下“保存”按钮，可以存储特定镜头文件的元件制图设置。与大部分分析功能不同，元件制图功能会分别为每个表面保存所有设置。例如，可以保存表面 1 的备注和公差，然后输入表面 3 的备注和公差并保存。要重新调用任何特定表面的设置，请将表面编号更改为所需表面，然后按下“加载”按钮。如果发现和以前保存的表面存在匹配，则将显示该表面的设置。利用此功能可轻松为多个元件系统重新生成复杂的绘图。

元件制图功能的一个重要特征是能够加载不同的备注文件，并将其放置在绘图中。默认备注文件“DEFAULT.NOT”是一组通用备注，很少照原样使用。但是，用户可以修改这些备注文件（这些备注文件是任何文字处理程序或文本编辑器均可以修改的文本文件），并使用不同的名称进行存储。例如，您可能希望针对您设计的每种光学系统类型保留一份 .NOT 文件，然后在生成元件制图时加载最适当的备注文件。.NOT 文件必须位于 <data>\Miscellaneous 文件夹下（参阅“文件夹”）。

如果备注文件的第一行以数字 1 开始，则 OpticStudio 会打印所提供的备注文件且不包含默认备注。如果备注文件的起始内容是某个其它符号，则第一个默认备注为 ″1) All dimensions in millimeters″ 或者是当前所用的镜头单位。要使用默认备注，请从备注编号 2 开始输入用户提供的备注。备注文件中的换行和空格将照原样复制到元件制图上。

生成新的元件制图时，或者按下“重置”按钮时，都将重新生成默认设置。默认公差取自公差数据编辑器。最小/最大公差范围的最大值将用作默认值。例如，如果 TTHI 厚度公差为 -.03, +.05，则公差值为 0.05。这里只考虑 TTHI、TRAD 和 TIRR 公差。如果不能生成合适的默认值，则公差将设置为零。请注意，所有公差字段均为文本；可以进行编辑以符合任何要求。

根据样板进行牛顿环类型光学测试时，半径公差与光焦度公差（以条纹数为单位）之间可轻松进行转换，公式为：

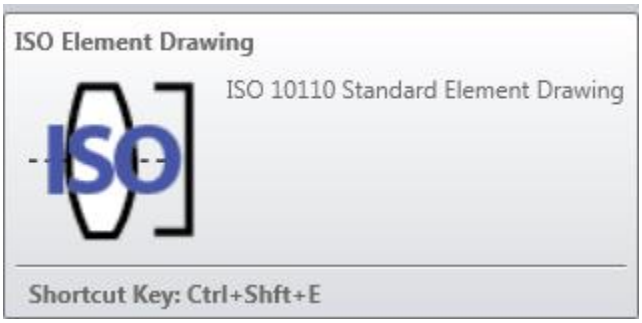
$$\#\ fringes = \frac{\Delta R}{\lambda}\frac{\rho^2}{R^2}$$

其中 ΔR 为半径误差，λ 为测试波长，ρ 是径向孔径，R 是曲率半径。此公式为浅曲率的近似求法。有关更多信息，请参阅 Malacara, Optical Shop Testing, J. Wiley & Sons, Inc.。

特殊字符 有一些有用的特殊字符可以插入公差的文本字段中，还可以对其进行编辑。在键盘上按住 Alt 键并在数字键盘上键入 4 个数字即可插入这些符号。常用字符包括：± - Alt 0177、µ - Alt 0181、® - Alt 0174、© - Alt 0169。

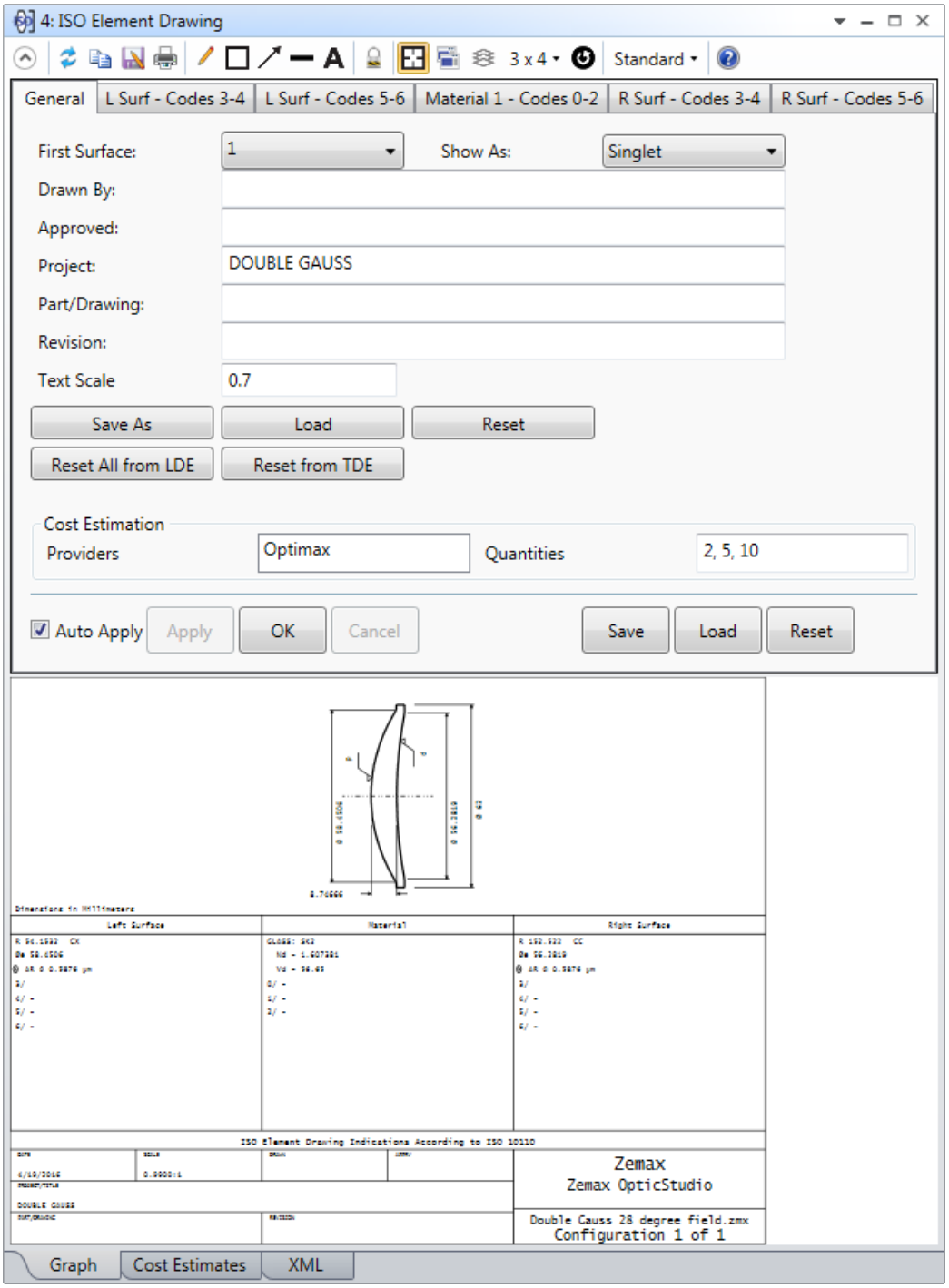
ISO 元件图（系统查看器组）





此功能可绘制适合在光学车间生产中使用的表面、单镜头或双胶合镜头元件的 ISO 10110 类型图。

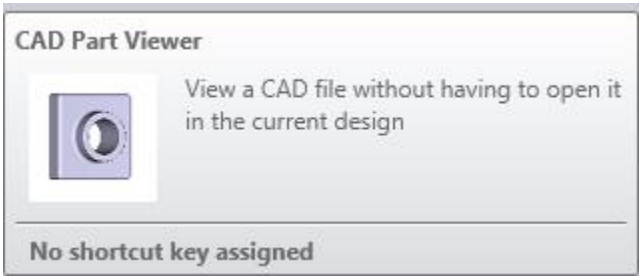
有关更多信息，请参阅“公差选项卡”中的“ISO 元件制图（加工图纸与数据组）”。



CAD 零件查看器（序列用户界面模式，分析选项卡，

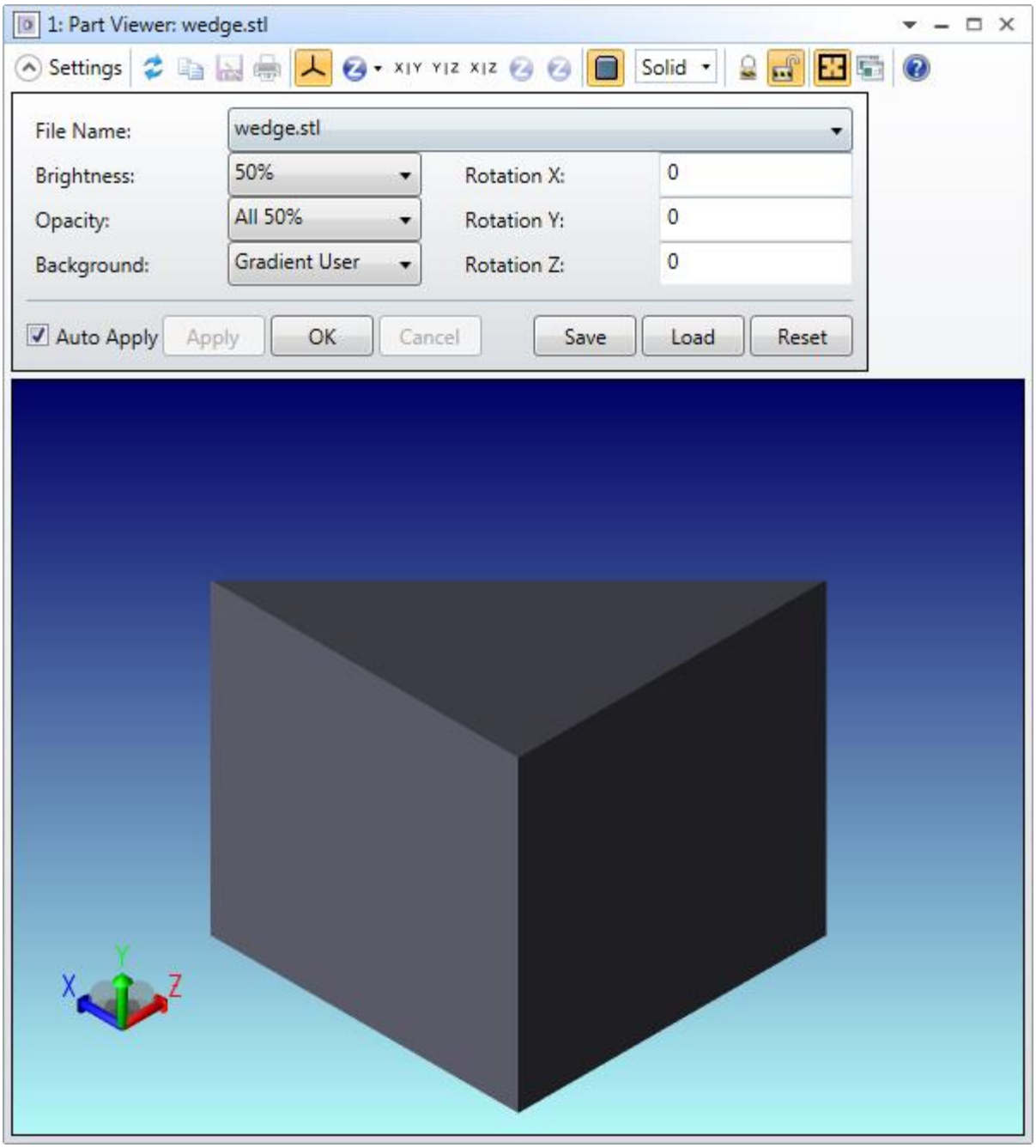
系统查看器组）





只有 OpticStudio 旗舰版才提供此功能。

根据 CAD 格式文件中的定义绘制零件或装配体文件的着色实体模型图



文件名　选择要绘制的 CAD 零件文件。

亮度　可以控制图像的亮度变化。

透明度　若选项为“忽略”，会将所有表面和物体绘制为不透明，若选项为“全部 50%”，会绘制半透明的物体。

背景　　选择背景颜色。

绕 X 轴旋转　　镜头绕 X 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Y 轴旋转　　镜头绕 Y 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Z 轴旋转　　镜头绕 Z 轴旋转的角度（以度为单位）。

详述

为了改变观察角度，可以使用鼠标或光标键来旋转物体。选择 SolidWorks（*.sldprt、*.sldasm）、Autodesk Inventor（*.ipt、*.iam）或 Creo Parametric（*.prt、*.asm）文件时，文件将自动转换为 STEP 或 IGES 文件以供查看。

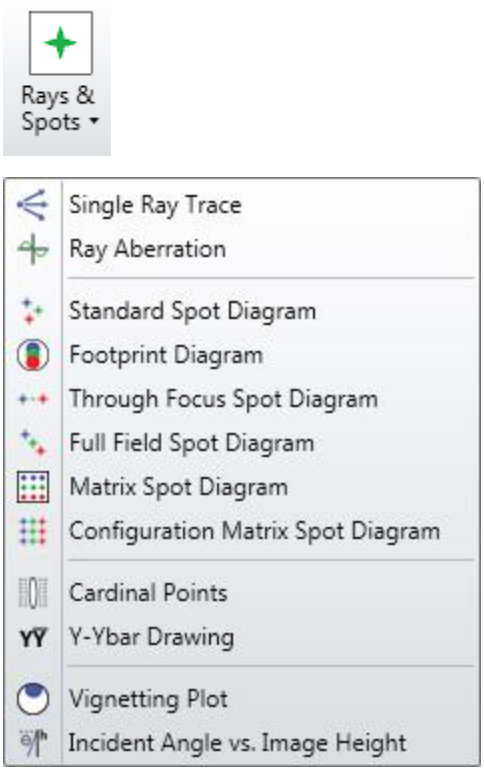
“像质分析”组

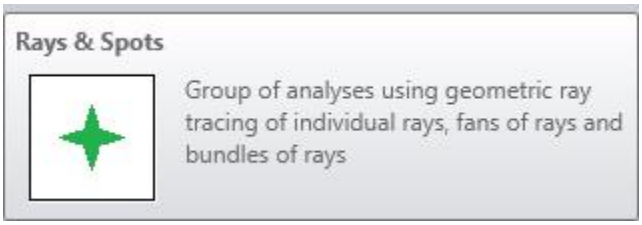
像质分析（“分析”选项卡，序列）



通过这些选项，可以使用不同工具分析所设计的透镜的性能和像质。

光线迹点



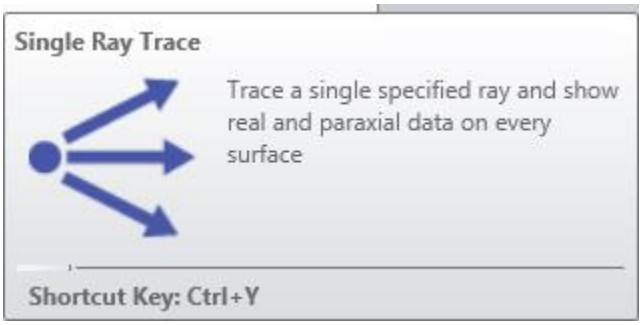


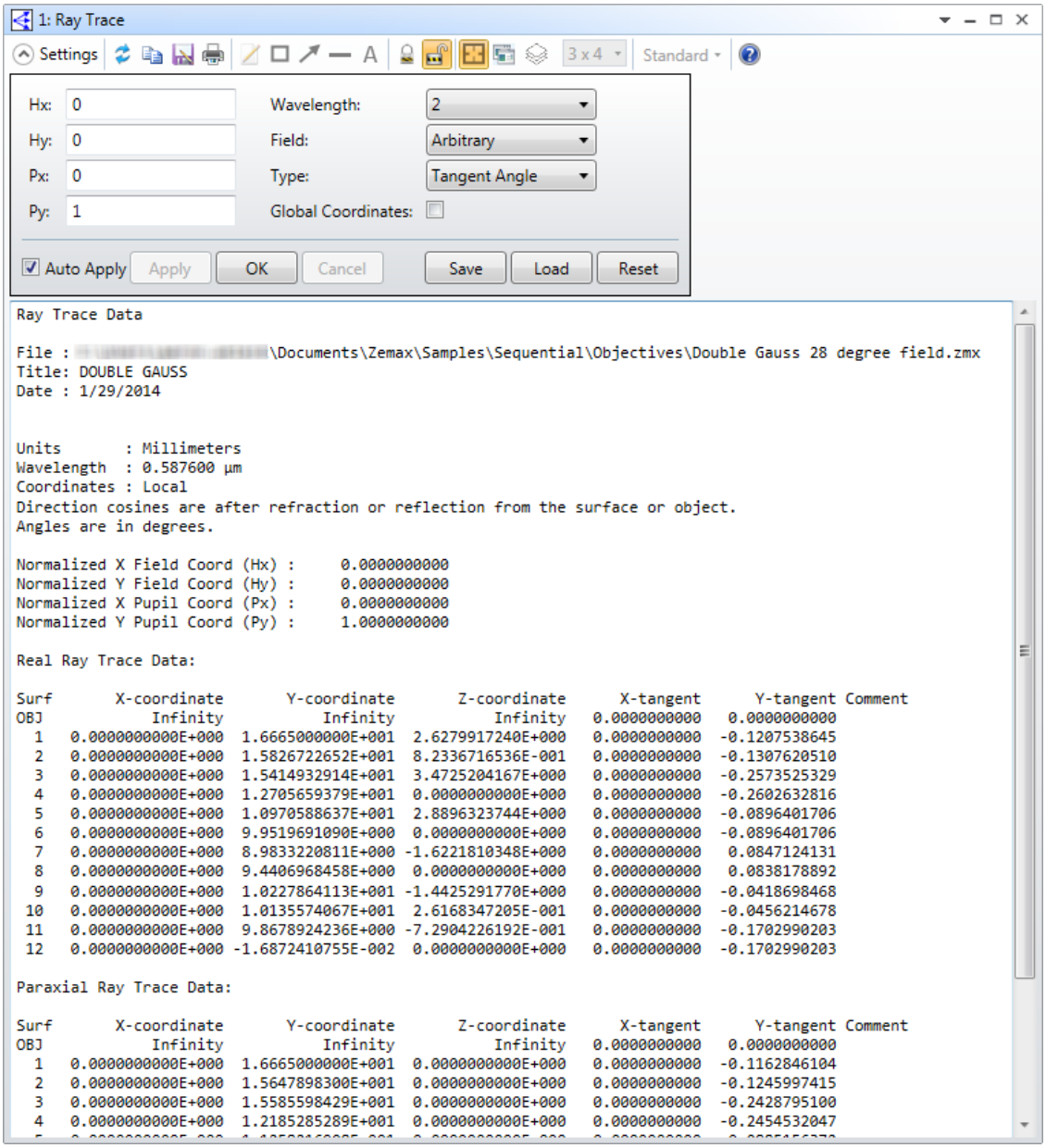
对单光线、光扇、光线束使用几何光线追迹的分析组

单光线追迹



单光线的近轴追迹和实际追迹。





Hx 归一化 X-视场坐标。值应介于 -1 到 1 之间。

Hy 归一化 Y-视场坐标。值应介于 -1 到 1 之间。

视场 选择特定视场，或“任意”视场并在“Hx”和“Hy”中输入值。如果选择特定视场，则“Hx”和“Hy”控件会变灰（不允许输入其他值）。

波长 要追迹的光线的波长编号。

Px 归一化 X-光瞳坐标。值应介于 -1 到 1 之间。

Py 归一化 Y-光瞳坐标。值应介于 -1 到 1 之间。

全局坐标 如果选中，除正切角以外，将给出在全局坐标而非局部坐标中的光线追迹数据。

类型 若选择“方向余弦”，会在每个表面上显示光线的方向余弦；若选择“正切角”，会在每个表面上显示光线所形成角度的正切值；若选择“Ym,Um,Yc,Uc”，会显示近轴边缘光线和主光线的交切/正切角值。正切角是 x（或 y）方向余弦与 z 方向余弦的比值。

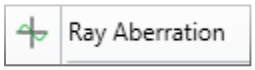
详述：如果选择“Ym, Um, Yc, Uc”选项，则忽略“Hx”、“Hy”、“Px”、“Py”和“全局坐标”设置。有关归一化坐标的说明，请参阅“规约和定义”一章。

对于其它选项，此功能允许用户指定归一化物坐标、归一化光瞳坐标以及波长编号，然后查看每个表面的实际和近轴光线坐标。

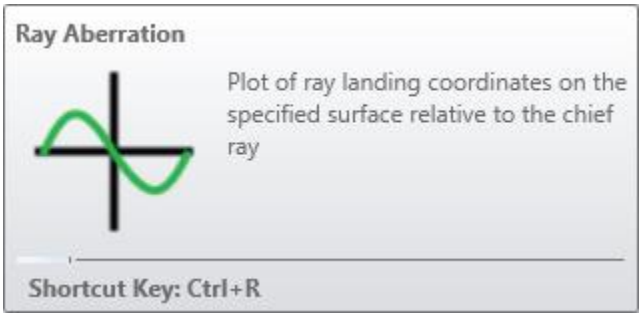
显示的第一组数据是实际光线数据。显示的值是光线与表面交点的坐标（位于表面局部坐标或全局坐标系中）。方向余弦（或正切角）是光线在表面中经折射后的值。方向余弦值是光线与指定轴所形成角度的余弦值（x 方向余弦是光线与 x 轴所形成角度的余弦值，依此类推）第二组数据与第一组数据一样，但这组数据是近轴光线数据。正切角始终是相对于局部 Z 轴计算的；不管全局坐标设置如何都是如此。

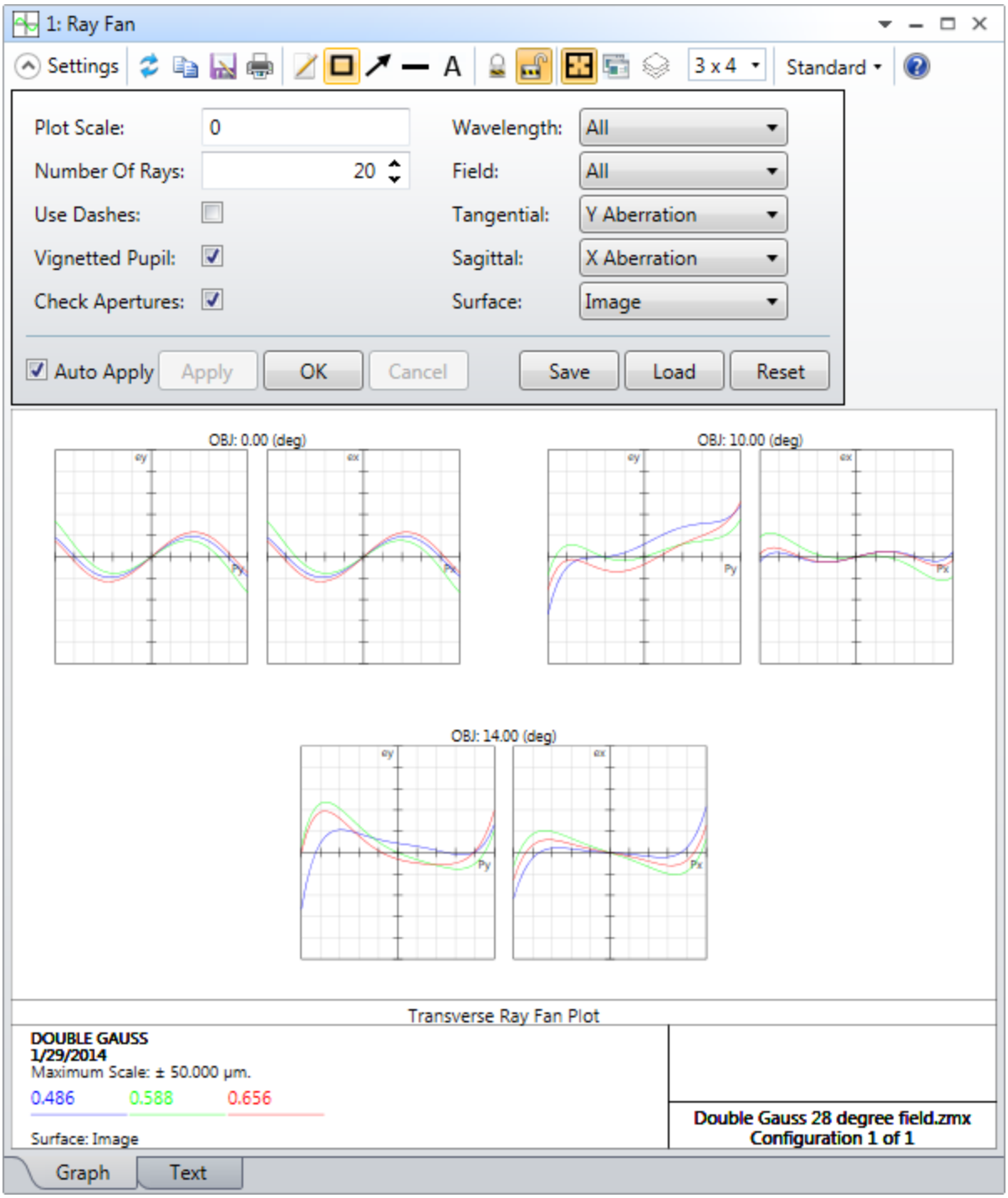
请注意对于坐标间断表面，角（Angle In）数据是表面旋转之前光线相对于局部 X-Y 平面的入射角。而“X/Y/Z 法线”数据是该坐标间断表面按其参数旋转后的法线数据。

光线像差图



显示光线像差随光瞳坐标变化的函数图。





图形缩放 设置绘图的最大垂直比例尺。光线光扇图的最大缩放是以微米为单位，光程差图的最大缩放是以波数为单位，光瞳像差图的最大缩放是以百分比为单位。此设置将覆盖图形缩放的自动选择值。输入零则为自动缩放。

光线数 在原始图形每一侧追迹的光线数量。

波长 计算中使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

子午 选择用于绘制子午光扇图的像差分量。由于子午光扇图随 y 光瞳坐标变化，因此默认为绘制像差的 y 分量。

弧矢 选择用于绘制弧矢光扇图的像差分量。由于弧矢光扇图随 x 光瞳坐标变化，因此默认为绘制像差的 x 分量。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

检查孔径 选择是否检查光线通过所有表面孔径。如果选中，将不会绘制未穿过表面孔径的光线。

渐晕光瞳 如果选中，光瞳轴（光扇图横坐标）将根据非渐晕光瞳缩放，此时展示的数据将反映系统中的渐晕情况。如果取消选中，则光瞳轴（横坐标）将缩放至存在渐晕的光瞳。

表面 选择要评估的光扇所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅下文**“在中间面上的结果评估**

”。

详述

子午光扇图可显示随光线 y 光瞳坐标变化的垂轴像差的 x 或 y 分量。默认选项为绘制像差的 y 分量。但是，由于垂轴像差为矢量，因此这并不能完全描述像差。OpticStudio 在绘制 y 分量时，图中标记为 EY，绘制像差的 x 分量时，图中标记为 EX。

图形底部显示纵轴比例尺。被描绘的数据是光线与表面交点坐标和主光线与表面交点坐标之间的差值。子午光扇是随 y 光瞳坐标变化时的光线（与表面交点处） x 或 y 坐标与主波长主光线（与表面交点处） x 或 y 坐标之间的差值图。弧矢光扇是随 x 光瞳坐标变化时的光线 x 或 y 坐标与主光线 x 或 y 坐标之间的差值图。每张图的横轴比例尺都是归一化的入瞳坐标，可以为 PX 或 PY。

如果显示“所有”波长，则绘图将参考主波长主光线。如果是单色，则将使用选定波长的主光线作为参考。因此，在单色和复色光显示之间切换时，非主波长的数据通常会发生变化。

由于光线像差为矢量，同时包含 x 和 y 分量，因此光线像差扇形图并不能完全描述像差，尤其在像面发生旋转或系统以其它方式进行非旋转对称时更是如此。同样，光扇代表的只是沿两“薄片”到达光瞳的光束而不是在整个入瞳上的像差。光线光扇图的主要目的是确定系统中存在何种像差；不能完全描述系统性能，尤其对于非旋转对称性的系统更是如此。

在中间面上的结果评估

OpticStudio 运用假设来计算除像面之外的中间面分析结果。这些假设适用于大部分情况，但在某些情况下，此处描述的用于分析中间面的方法可能并不适用，包括需要进行光线瞄准的系统。出于分析目的，所有对所描述透镜的更改，都是在拷贝原始镜头数据基础上进行的，因此原始镜头数据不会有任何变化。

如果视场类型为实际像高或近轴像高，则针对无限或有限共轭系统的视场类型将分别更改为视场角或物高。在对未更改的系统进行计算时，视场角与高度分别对应于主波长主光线视场角和高度。

如果所选的中间面在光阑面之前，则 OpticStudio 将移动光阑面移至现有表面 1 之前的虚拟空间（可能为发散空间）。除非系统孔径的定义为物方空间数值孔径或锥角，否则系统孔径将更改为入瞳直径，且孔径值被设置为等于针对原来光阑位置计算得到的原始近轴入瞳直径。请注意，此假设可能并不适用于需要进行光线瞄准的系统。如果选定的表面在光阑面之后，则不对系统孔径或光阑面定义进行任何更改。

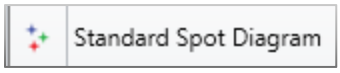
然后删除在选定面之后的表面。新像面的玻璃设定与选定面的玻璃设定相同。

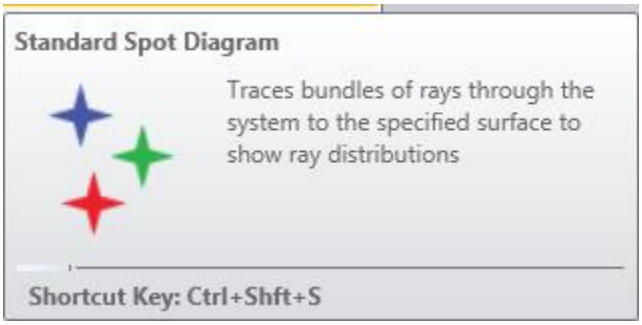
如果光线从指定表面折射后是聚集于焦点上，那么大多数分析功能对于聚焦模式系统的结果计算更有用。例如，光程差图通常是一种有用的系统检查分析，但必须在焦面（可能为虚焦点）处进行光程差测量才是有用的分析。其它需要形成临时像面的功能包括 PSF、MTF 和衍射圈入能量。对于这些需要使用临时像面的功能，新像面将设定为标准平面。选定面的厚度将进行近轴边缘光线高度求解，以便使新像面放在选定面的近轴焦点处。然后在此新创建的中间像面处继续进行分析计算。请注意，相应的计算分析是在光线通过选定面折射后形成的近轴焦点处进行的。如果中间系统处于无焦模式，则不执行这种近轴焦点的转换。

有关无焦模式的更多信息，请参阅“系统选项”中“孔径”部分的“无焦像方空间”。

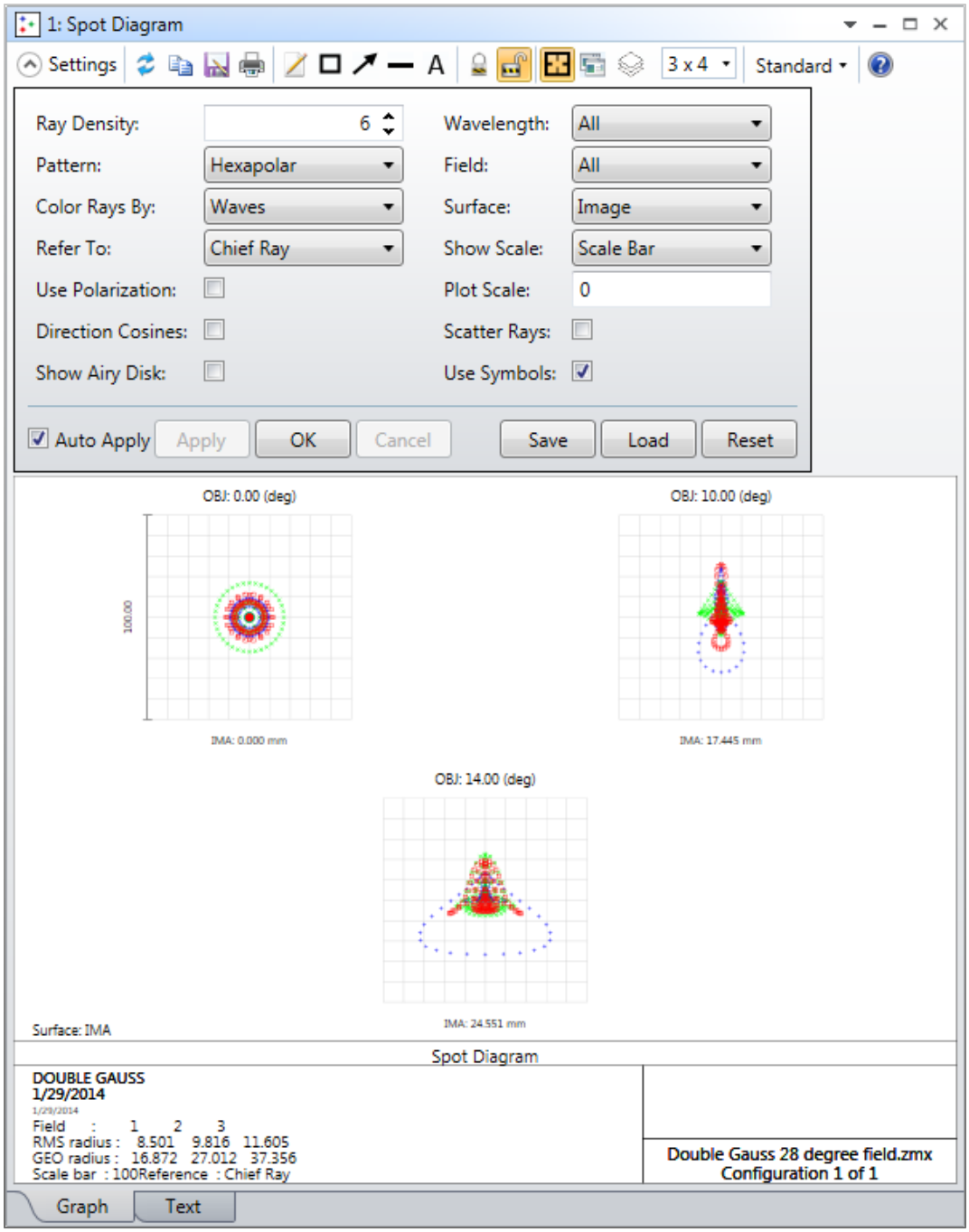
针对其他一些分析功能，不另做调整使光线聚焦在新像面上而直接在中间面上进行数据评估，其分析结果会更有用。这些功能包括各种点列图、光迹分析、几何圈入能量、线/边缘扩展函数和扩展光源圈入能量。

标准点列图





在光学系统中追迹光线束至特定表面，从而显示该表面上的光线分布图。



图样 图样可以是六边形、方形或杂乱的形状。这些选项是指光线出现在光瞳平面中时形成的图样。如果需要，可通过让透镜离焦来查看图样。杂乱点列图是由伪随机光线生成的，可消除矩形或六边形图样等典型点列图中的对称伪影。如果指定光瞳切趾，图样将产生畸变以便提供正确的光线分布信息。没有“最佳”使用图样；每种图样的点列图都具有不同特征。

参考 点列图默认参考真实主光线。假设主光线是“零像差”点，可计算图底列出的（在详述部分所定义的）RMS 和 GEO 光斑半径。但是，此选项允许选择其它参考点。质心是根据所追迹光线的位置平均值定义的。中心通过使正负 x 和 y 方向的最大光线误差相等来定义。顶点是根据选定面上的局部坐标 0,0 定义的。如果系统是在无焦模式下，则使用主光线参考而非顶点参考。

显示缩放 “比例尺”是默认设置。若选择“方形”，将绘制一个以参考点为中心的方框，其宽是参考点与最远光线的距离的两倍。若选择“十字”，将绘制一个通过参考点位置的十字。

“圆”设置可用于绘制一个以参考点为中心的圆。

波长 计算中使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

表面 选择要评估的点列图所位于的表面。此选项对评估中间像面或渐晕十分有用。

图形尺寸 设置显示最大缩放尺寸（以微米为单位）。若设置为零，将生成一个默认缩放比例。

离焦间隔 仅当选择离焦点列图时才使用“离焦间隔”选项。

对于聚焦系统，离焦间隔是指点列图之间的 Z 轴间隔（以微米为单位）。对于无焦系统，离焦间隔是指点列图之间的光焦度间隔（以屈光度为单位）。

每个视场位置将显示五个点列图。离焦距离将分别是离焦间隔的 -2、-1、0、1 和 2 倍。

光线密度 指定要追迹的六边环数量（如果选择六边形或杂乱图样），或者（选择矩形图样时）沿宽和高的光线数量。追迹的光线越多，RMS 光斑半径准确性越高，但计算时间会增加。第一个六边环中有 6 条光线，第二个六边环中有 12 条光线，第三个六边环中有 18 条光线，依此类推。光线密度最小值是 3。

使用标注 如果选中此选项，将为每个波长绘制不同的非点标注。这可以帮助区分各种波长。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振（系统选项）”。

散射光线 如果选中，在光线与表面交点处根据已定义的散射属性统计性地散射光线。请参阅“表面散射设置”。

艾里斑 如果选中，将在各光斑周围绘制显示艾里椭圆大小的椭圆环。艾里斑半径是 1.22 倍波长（如果是复色光，则使用主波长）乘以系统的 F/#；通常取决于视场位置、光瞳方向和可能渐晕的光线（在无法追迹边缘光线的情况下）。

方向余弦 如果选中，显示的数据将是光线的方向余弦，而不是光线的空间坐标。x 方向数据将是光线的 x 方向余弦，y 方向数据将是 y 方向余弦。此外，还将提供像面坐标作为参考点方向余弦。方向余弦是无量纲的。

结构 选择“所有”可一次显示所有结构的数据，也可以选择要显示的一个结构，或者选择“当前”仅显示当前结构。如果选择“所有”，并且同时定义了聚焦和无焦模式结构，则“结构”设置会自动重置为“当前”。

光线颜色 （通过）选择“视场#”可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择“波长#”以区分不同波长的光线，选择“结构#”以区分不同结构的光线，以及选择“波长”模拟可见光谱中的波长颜色。

详述 光线密度的最大值基于所显示的视场数量、所定义的波长数量和可用内存。离焦点列图将追迹的光线数是标准点列图上最大光线数的一半。

绘图上列出的每个视场的 GEO 光斑半径是从参考点（参考点为下列三者之一，主波长主光线、追迹的所有光线的质心或点集群的中心）到距离参考点最远的光线的距离。换言之，GEO 光斑半径是以参考点为中心且包含所有光线的圆的半径。

RMS 光斑半径是均方根径向尺寸。先对所有光线中每条光线和参考点之间的距离计算均方值，然后计算平方根。由于 RMS 光斑半径的计算取决于每条光线，因此其为光线传播提供了一个大致概念。GEO 光斑半径仅提供有关距离参考点最远的一条光线的信息。

有关 X 和 Y RMS 光斑半径的信息，请参阅为点列图的“文本”中的列表。

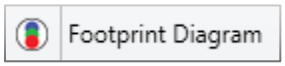
艾里斑半径是 1.22 倍波长（如果是复色光，则使用主波长）乘以光束的 F/#，通常取决于视场位置和光瞳方向。这是均匀照亮的圆形入瞳的第一个艾里斑暗环半径。可以选择绘制或不绘制艾里斑。例如，如果所有光线都完全在艾里斑内，则此系统常被视为“衍射极限”。如果 RMS 光斑半径明显大于艾里斑半径，则此系统不是衍射极限。衍射极限系统性能阈值取决于所使用的标准。对于系统是否为衍射极限这一问题，不存在绝对边界条件。如果系统照度不均匀或者使用渐晕消除了某些光线，则显示的艾里斑不能准确表示衍射暗环的形状或大小。OpticStudio 不能在点列图上绘制渐晕光线，也不能在计算 RMS 或 GEO 光斑半径时使用它们。

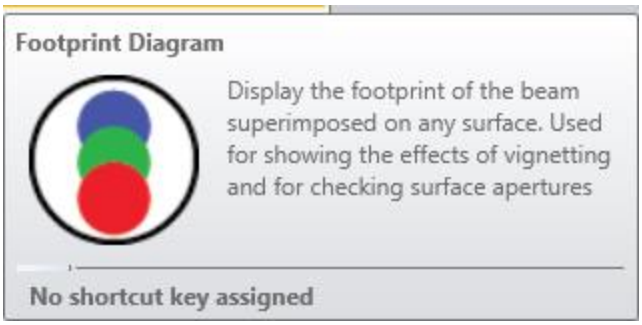
OpticStudio 可根据波长权重因子和光瞳切趾（如果有）生成光线网格。权重值最大的波长将使用“光线密度”选项所设定的最大网格尺寸。权重值较低的波长将使用较少光线的网格，以保持图中表示内容的正确性。如果指定切趾，光线网格也会在保持正确的光线分布时失真。点列图上注明的 RMS 光斑半径考虑了波长权重和切趾因子。但是，该值只是根据实际追迹的光线对 RMS 光斑半径估算的值。对于某些系统，此估值不是很准确。

每个点列图下面都显示了参考点与像面的交点坐标。如果指定非像面表面，则这些坐标是该表面上的参考点的交点坐标。由于可以选择质心作为参考点，这样可提供一种便利的质心坐标确定方法。如果系统使用的是无焦模式，则会提供与局部 Z 坐标轴有关的像面坐标（以弧度为单位）。

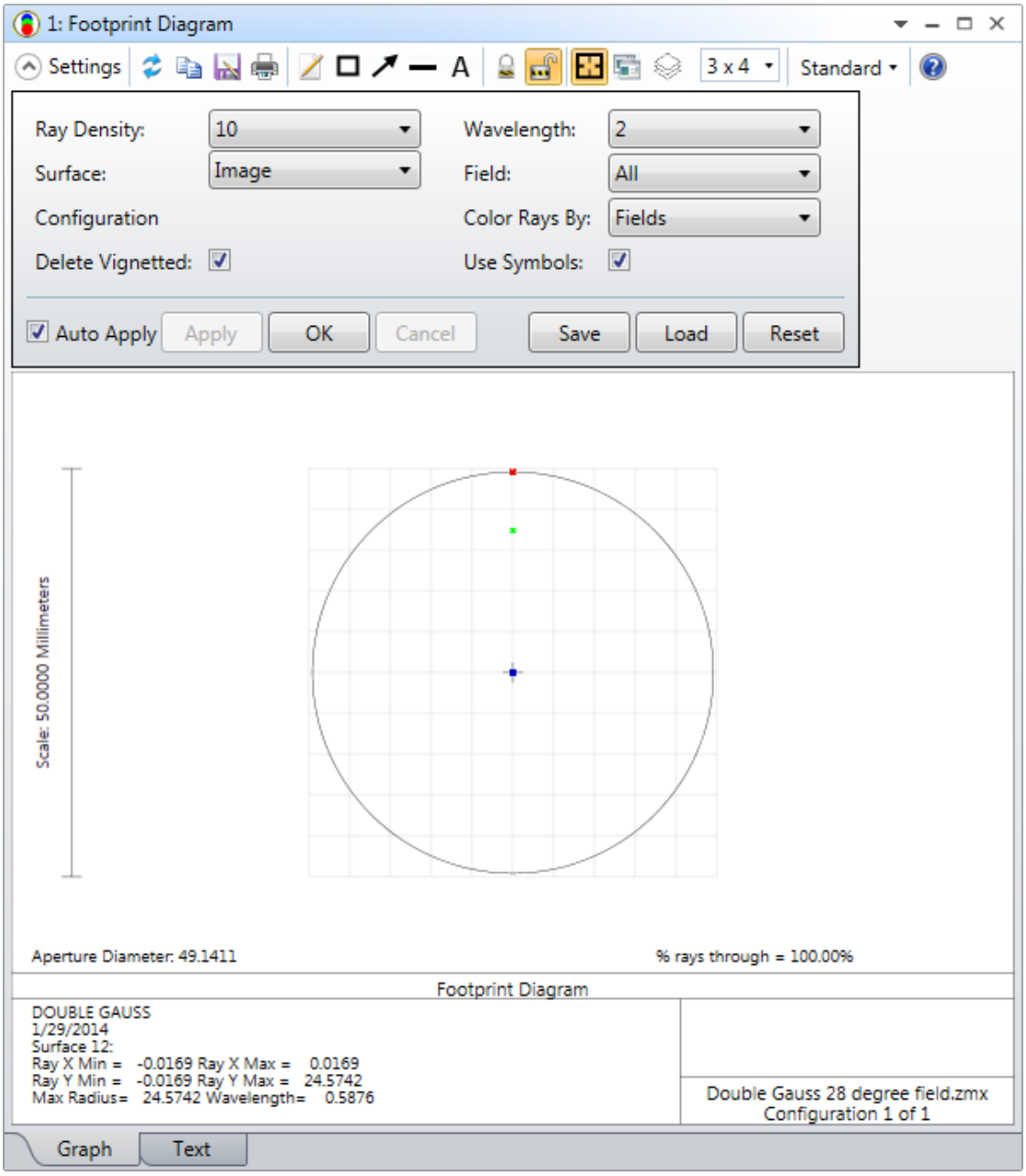
在绘图窗口中，可使用左/右光标键更改表面序号和重新计算数据。

光迹图





显示叠加在任何表面上的光束的光迹。用于显示渐晕效应以及检查**表面孔径**。



光线密度 定义穿过半个光瞳追迹的光线数；若设置为 10，将追迹 21 x 21 光线网格。

“环”选项可根据每个视场和波长追迹光瞳边缘四周的 360 条边缘光线。“环”选项将自动确定未渐晕的边缘光线的径向坐标以模拟任何表面的光束形状，但在光束射入焦散面时，将产生错误的结果。

表面 显示光迹图所分析的表面。

波长 计算中使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

删除渐晕 如果选中，则不绘制被后续表面渐晕的光线。被先前表面渐晕的光线不会被绘制。

使用标注 如果选中此选项，将为每个波长绘制不同的非点标注。这可以帮助区分各种波长。

结构 选择“所有”可显示所有结构，选择“当前”仅显示当前结构，也可以选择任意组合的其它结构。

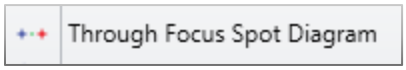
光线颜色 （通过）选择“视场#”可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择“波长#”以区分不同波长的光线，选择“结构#”以区分不同结构的光线，以及选择“波长”模拟可见光谱中的波长颜色。

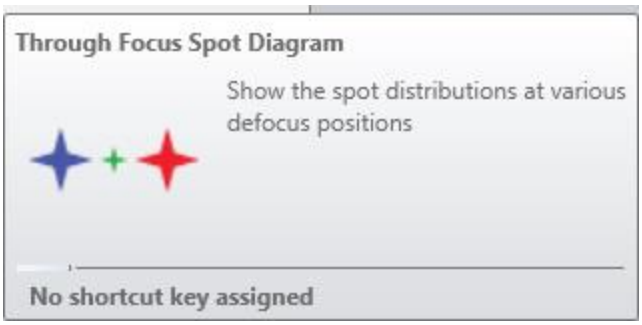
详述 此功能将绘先制表面形状，然后在该表面上叠加光线网格。如果表面没有孔径，则显示一个圆形径向孔径，并且净孔径值使用净半直径或半直径值。否则，将显示孔径的形状。表面孔径始终居中显示在框架中，即使实际表面上的孔径是偏心的也是如此。如果表面上有遮阑，将绘制遮阑以及根据净半直径或半直径定义的圆形孔径。如果在不同结构中修改了选定表面的表面孔径，并且已选择多个结构，则仅绘制第一个结构的孔径。

光线网格尺寸由光线密度参数指定，并且光线可以来自任何或所有视场，使用任何或所有波长。不会绘制所示表面之前的表面渐晕的光线。如果选中“删除渐晕”，则不绘制被此表面或后续表面渐晕的光线，否则将绘制这些光线。如果选择任何系统光瞳切趾，则会对光线集切趾。如果“光线密度”不是“环”，则会以光线百分比形式列出所示光线数除以所发射光线总数的值。

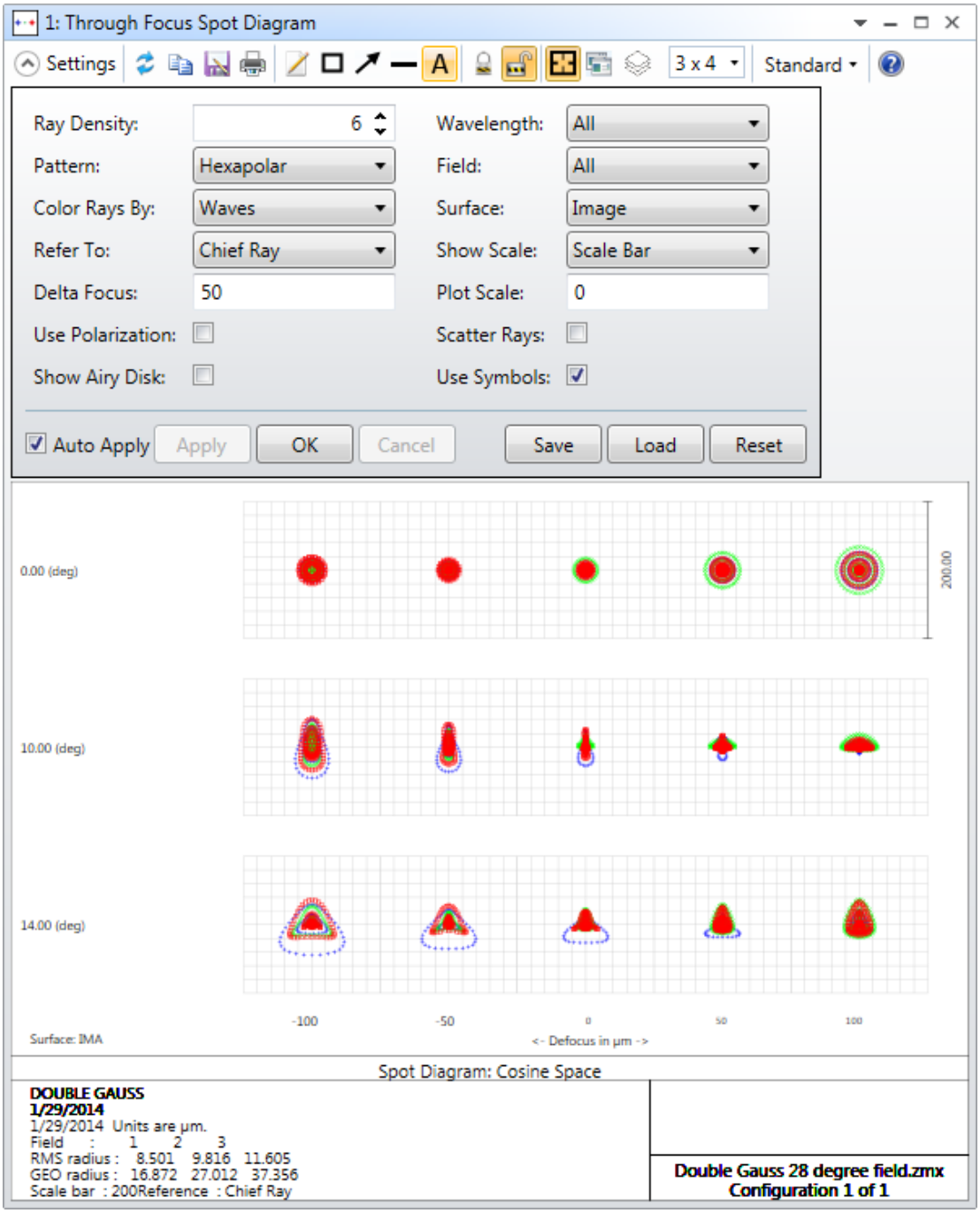
在绘图窗口中，可使用左/右光标键更改表面序号和重新计算数据。

离焦点列图





按照焦平面的偏移量显示点列图。

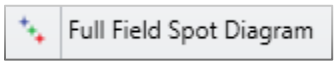


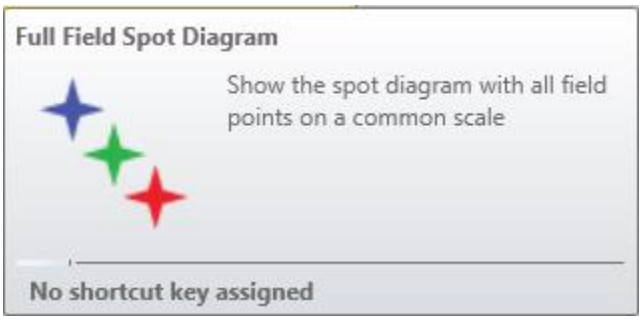
大部分选项与“标准点列图”的选项相同。

离焦间隔： 仅当选择离焦点列图时才使用“离焦间隔”选项。对于聚焦系统，离焦间隔是指点列图之间的 Z 轴间隔（以微米为单位）。对于无焦系统，离焦范围是指点列图之间的光焦度间隔（以屈光度为单位）。每个视场位置将显示五个点列图。离焦将提供 -2、-1、0、1 和 2 倍的离焦间隔。离焦范围单位是微米。对于某些系统，默认离焦间隔可能过小，不能改变点列图结构。

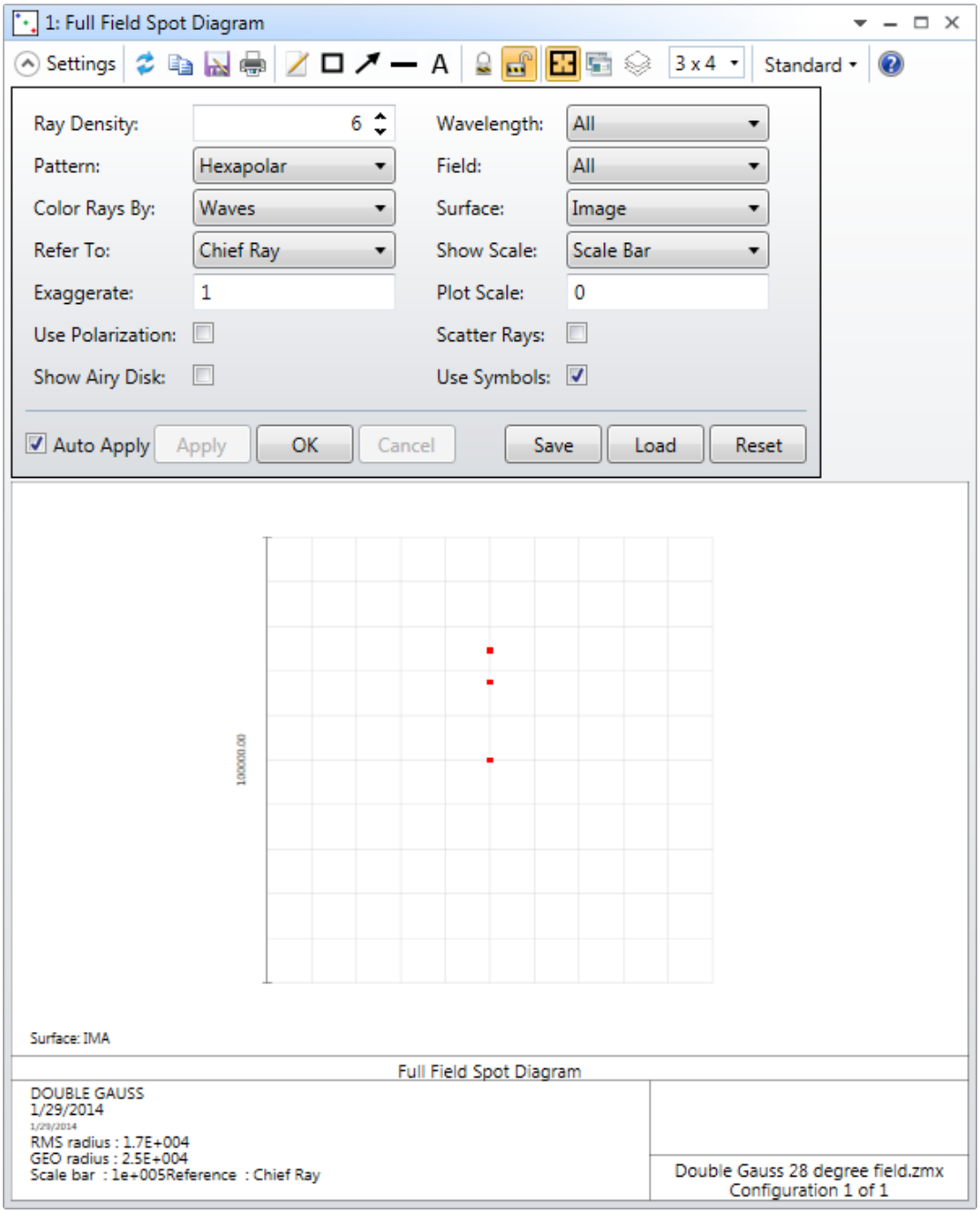
详述 离焦点列图对估算像散或分析最佳焦点或焦深很有用。不支持“方向余弦”选项。

全视场点列图





在同一缩放图中显示所有视场下的点列图。

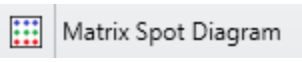


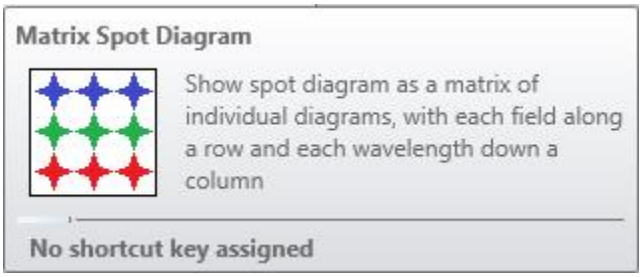
大部分选项与“标准点列图”的选项相同。

放大 此无量纲因子可放大垂轴像差以使点列图结构更清晰，但使用此功能时明显存在固有畸变。如果选择“主光线”作为参考点，则将使用视场位置 1 的主光线。

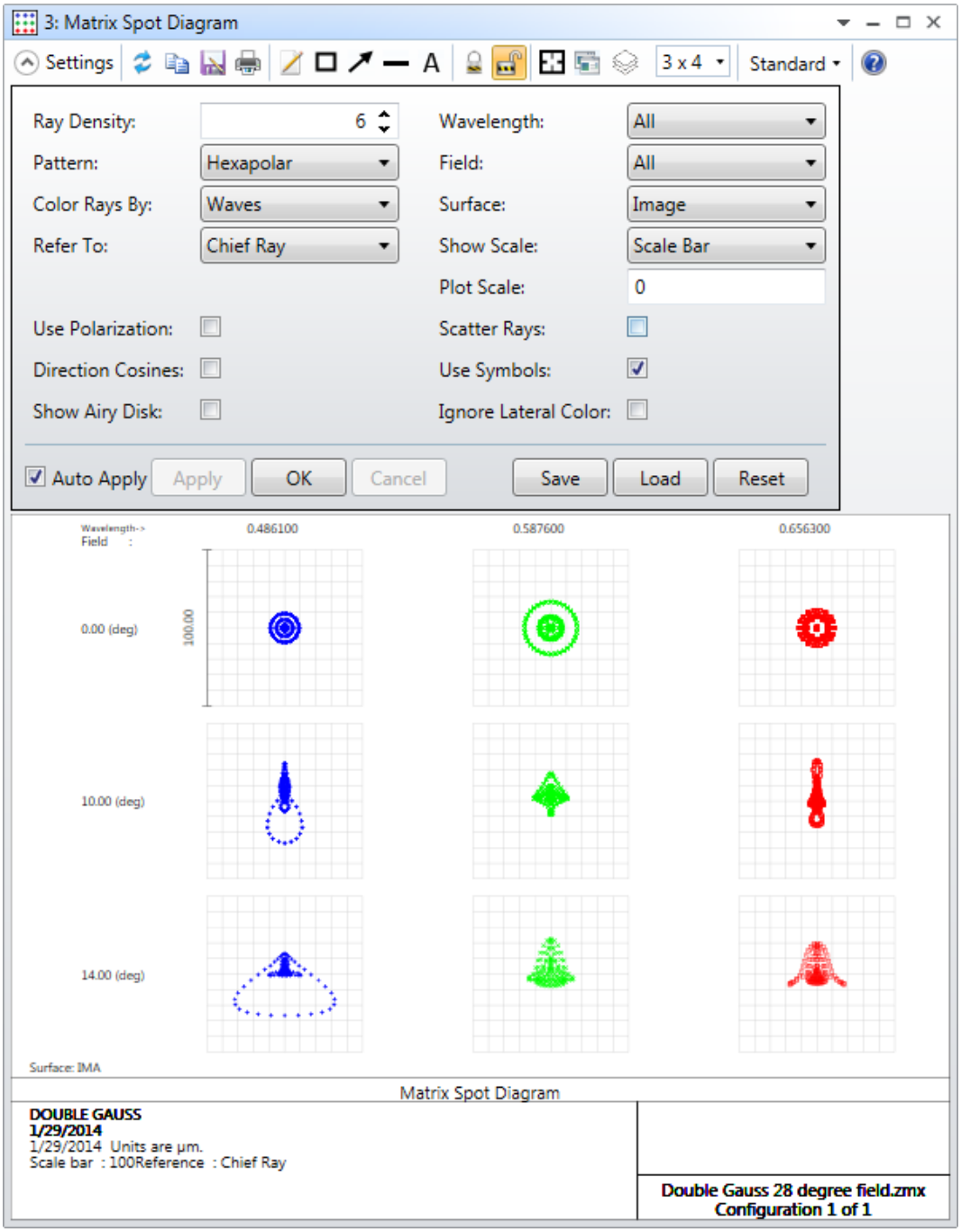
详述 除了绘制同一参考点（而不是每个视场位置的单独参考点）的所有相关光斑以外，“全视场”点列图类型与“标准”类型相似。这样可以表现光斑相对于其它视场点的外观。例如，可以使用此方法确定是否可以两个分辨紧挨着的像点。如果光斑半径比总视场尺寸小，则“全视场”点列图类型不太适用，因为此时每个视场的光斑比光斑之间的距离小得多。要增加光斑的细节，请为**放大**设置输入一个因子。

矩阵点列图





将单个点列图集合形成点列图矩阵，矩阵的行（Row）为不同视场，矩阵的列(Column)为不同波长。



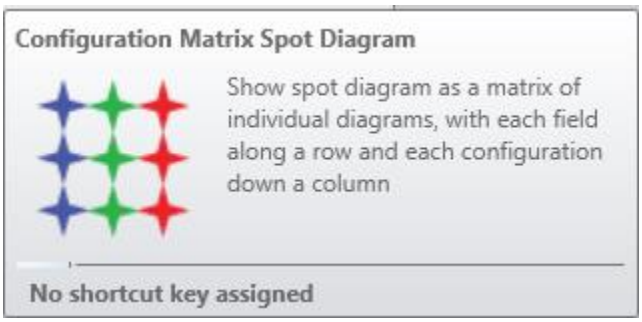
除了增加以下选项以外，矩阵点列图的选项与标准点列图的选项相似。

忽略垂轴色差 如果选中此选项，将使每个点列图都单独参考每个视场和波长的参考点。此选项可有效忽略垂轴色差的效果，从而移置每个波长的参考点。

详述 矩阵图便于区分与波长有关的像差的分量。

结构矩阵点列图





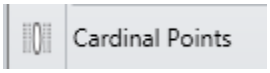
将单个点列图集合形成点列图矩阵，矩阵的行（Row）为不同视场，矩阵的列（Column）为不同结构。

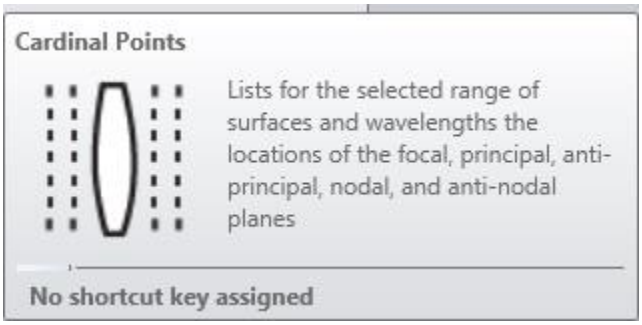


结构矩阵点列图的选项与标准点列图的选项相似。

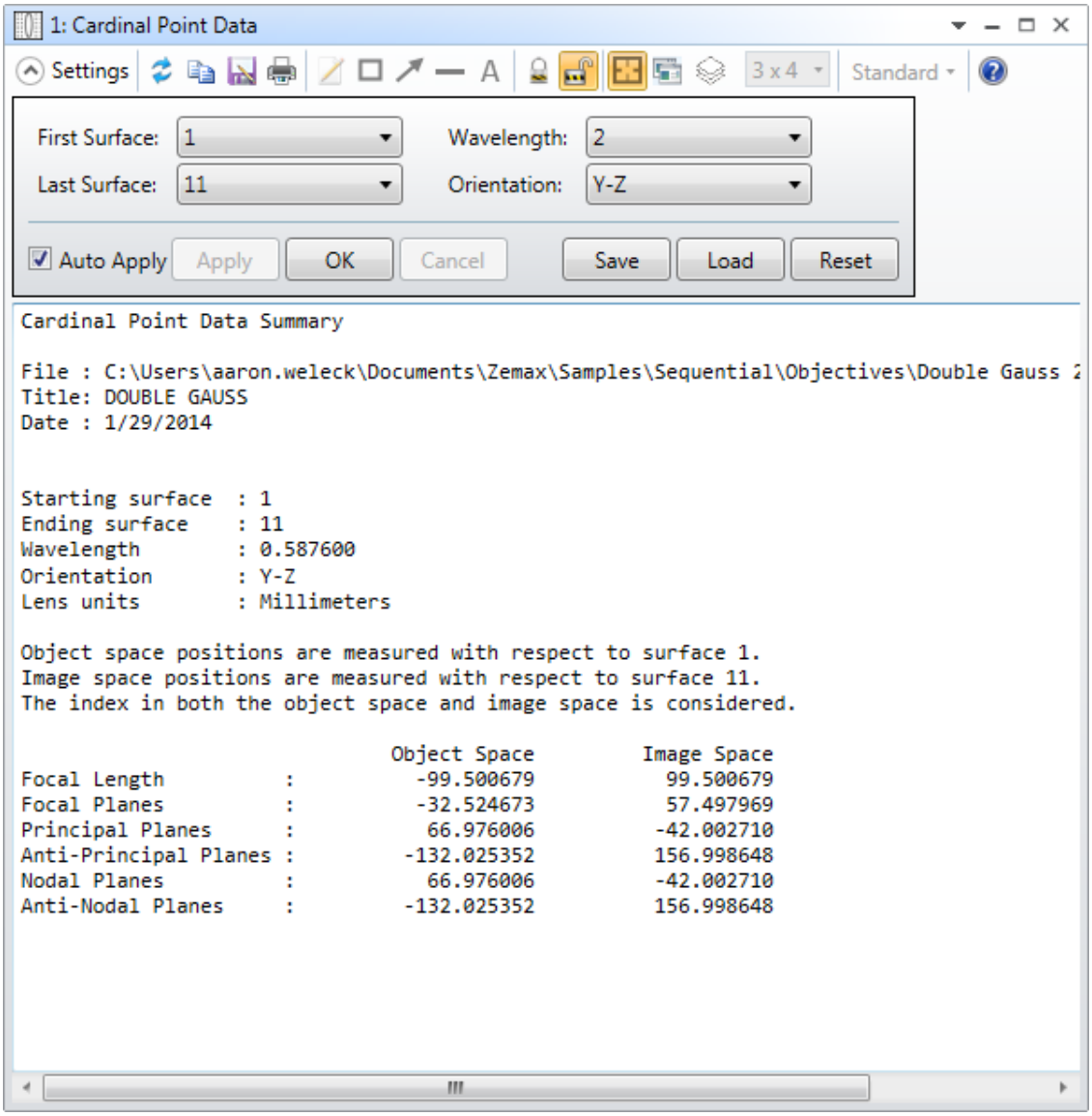
详述 结构矩阵图便于区分与结构相关像差的分量。沿绘图左侧列出视场位置；如果显示多重结构，并且在多重结构定义中视场变化是其中一部分，则仅列出最后一个结构的视场位置。

基点（光线和光斑）





选定表面范围，同时选定波长后，可使用此功能计算以下各面位置，如：主平面、节平面、反节平面和焦平面。任何已定义的波长，且无论 X-Z 或 Y-Z 方向都使用此计算方法。



起始面 要计算基点数据的一组面中起始面的编号。

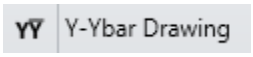
终止面 要计算基点数据的一组面中终止面的编号。

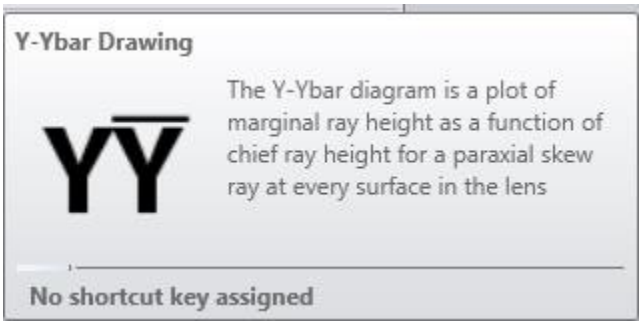
波长 计算中使用的波长的编号。

方向 计算基面位置使用的方向。

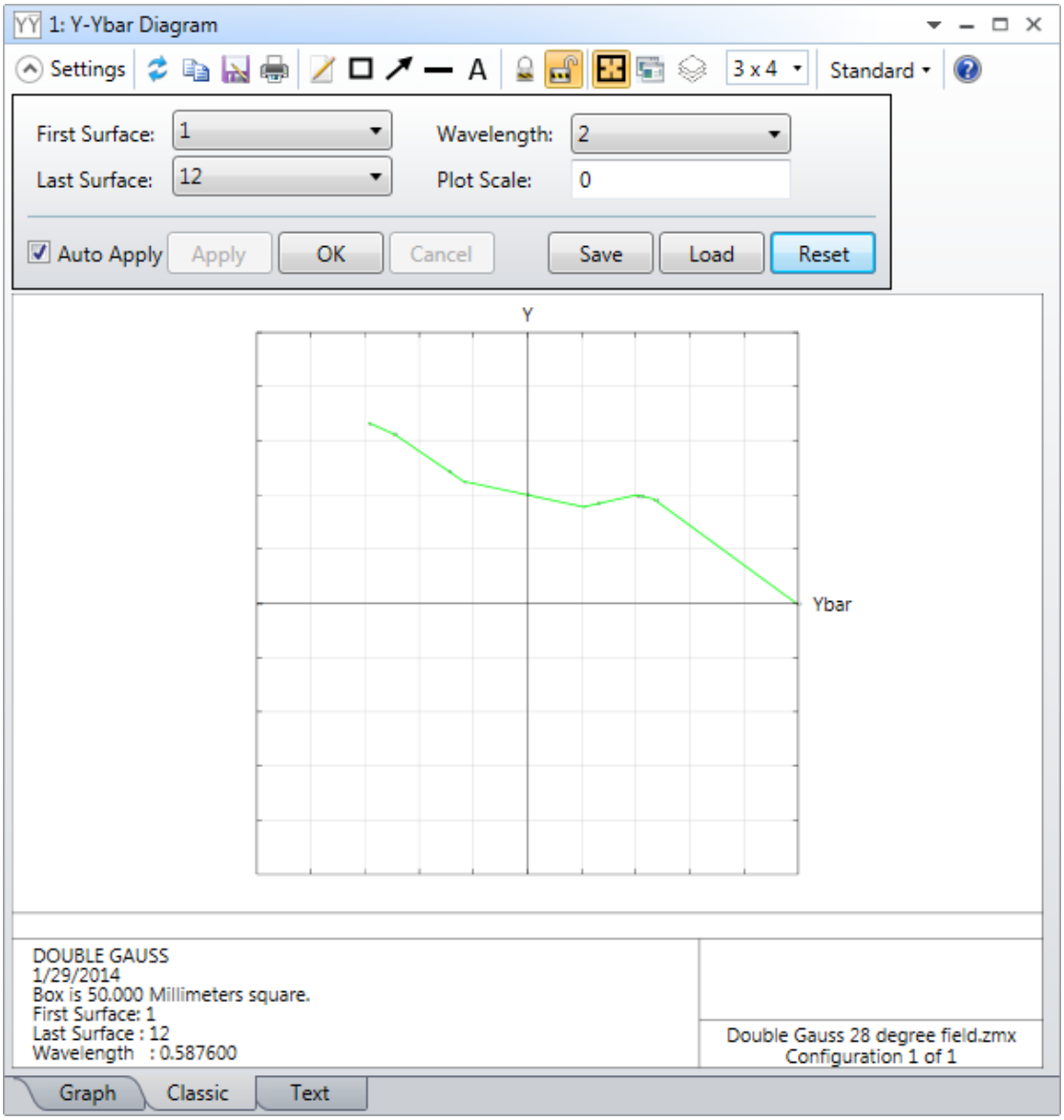
详述 如果选定的表面范围中如果包含坐标间断面或非中心光学表面，则此功能返回的结果可能不可靠。

Y-Ybar 图





Y-Ybar 图是在镜头中每个表面上边缘光线高度随近轴倾斜主光线高度变化的曲线。



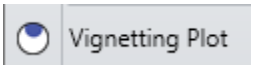
起始面 将绘制数据的起始面。

终止面 将绘制数据的终止面。

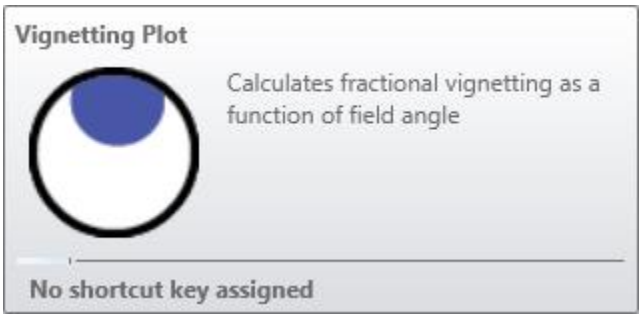
波长 计算中使用的波长的编号。

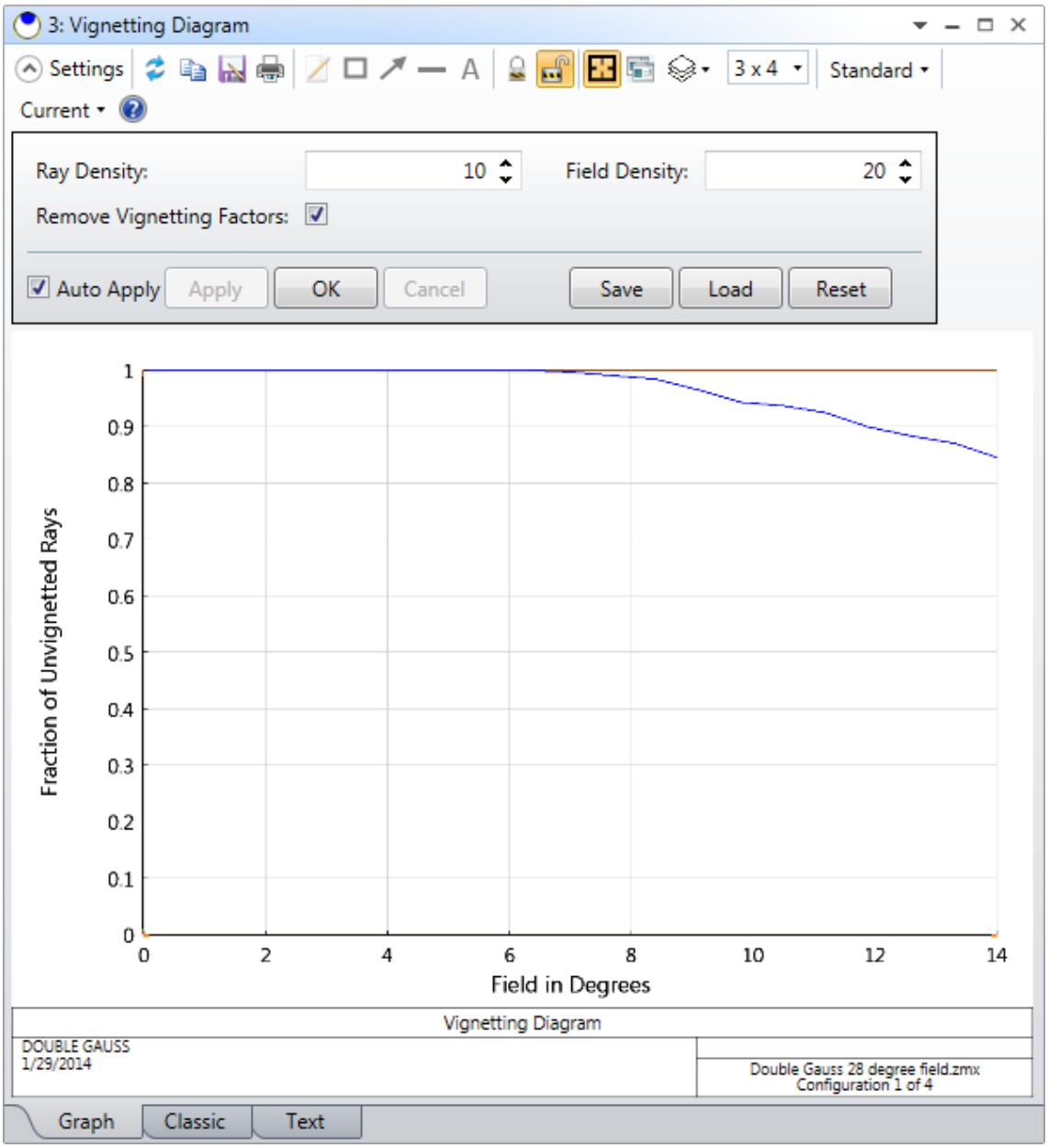
图形尺寸 设置图形的最大尺寸。图形始终显示在方框中；默认缩放是最大横向光坐标。输入零则为自动缩放。

渐晕图



计算随视场变化的渐晕百分比（不挡光系数）





光线密度 指定要追迹的光线的数量。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。若光线密度为 n，OpticStudio 将在每个视场点追迹 (2n+1) x (2n + 1) 光线网格。光线密度最小值是 5。

视场密度 视场密度是指零度和指定的最大视场角度之间的点数量，将计算指定视场点上的渐晕，中间值则是通过插值计算。

除去渐晕因子 如果选中，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

详述 渐晕百分比是指所有穿过遮阑和孔径入射到入瞳并到达像面的这些光线所占百分比；归一化到相对光瞳区域。此功能所生成的绘图将显示随视场位置变化的渐晕百分比。如果使用的光线过少，则结果可能不准确。在具有许多孔径和较大视场角度的系统中，尤其如此。

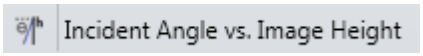
此计算仅使用主波长。这是一种几何计算。仅使用正 y 视场位置，因此此功能仅适用于旋转对称的镜头和视场。出错的光线（例如错过表面的光线或是被全反射的光线）会被认为是渐晕光线。

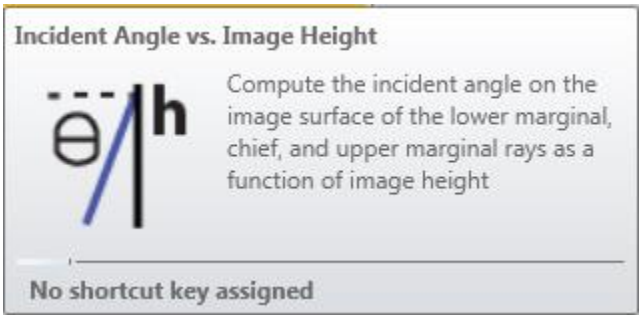
另请参阅“相对照度”

关于渐晕因子的注解

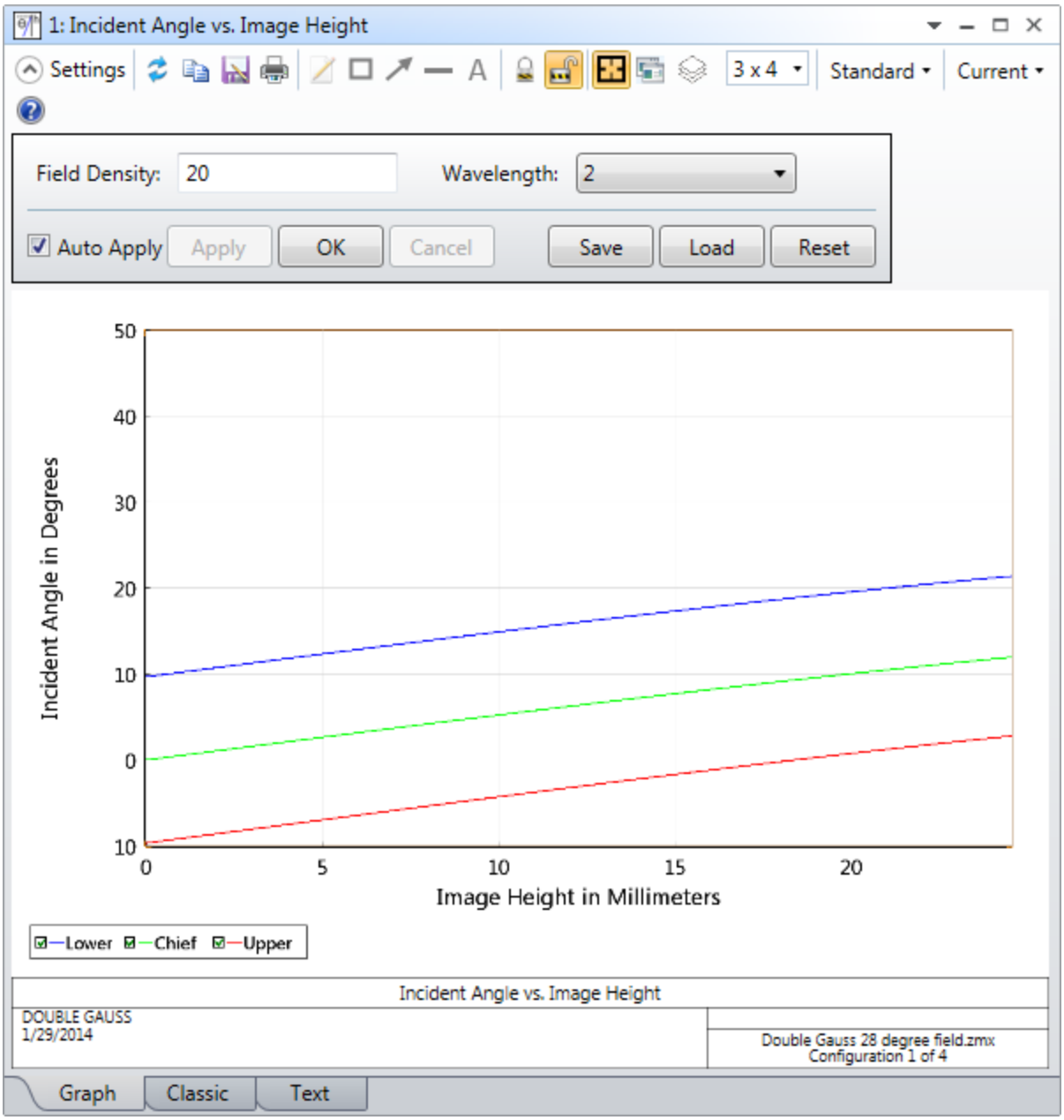
渐晕因子用于确定从不同视场点看到的光瞳的尺寸和形状（参见“渐晕因子”查看完整详述）。由于此分析功能需要在未定义具体渐晕因子的任意中间视场点处追迹光线，因此不建议使用渐晕因子。如果选中“除去渐晕因子”（默认），则在此计算中，任何定义的渐晕因子都将自动替换为表面孔径来进行计算。在光线充满光瞳的情况下，表面孔径方法通常比渐晕因子方法更加准确。两种方法得出的数据可能不同。在某些情况下，特别是当使用渐晕因子定义光源光束的形状而不是光学孔径时，可能需要使用已定义的渐晕因子。在这种情况下，取消勾选“除去渐晕因子”选框。之后，OpticStudio 将使用最接近的已定义视场来确定任意视场点要使用的渐晕因子。

入射角 vs. 像高





此功能可计算上下边缘光线、主光线在像面上的入射角随像高的变化曲线。



视场密度 视场中的点数，视场范围在 0 到最大 +y 视场坐标之间。

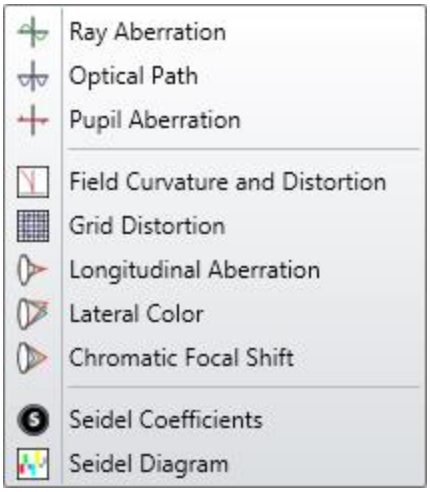
波长 分析中使用的波长编号。

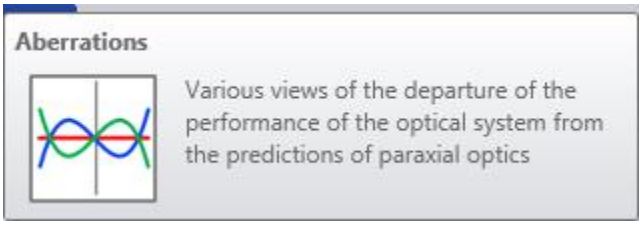
详述 此功能可追迹三条光线：入瞳底部的一条光线、主光线和入瞳顶部的一条光线。计算这三条光线各自随视场坐标从 0 变化为最大 +y 视场时的像面（假设为平面）入射角（有正负符号）。此外，还计算基于主光线 y 交点坐标（表示）的像高。随后，此功能将会根据计算结果，绘制三个随像高变化的角度图（或以文本形式列出）。

此功能仅适用于无渐晕的旋转对称性系统，并且对于其它类型的系统，可能不能生成有意义的结果。

像差分析（“像质分析”组）



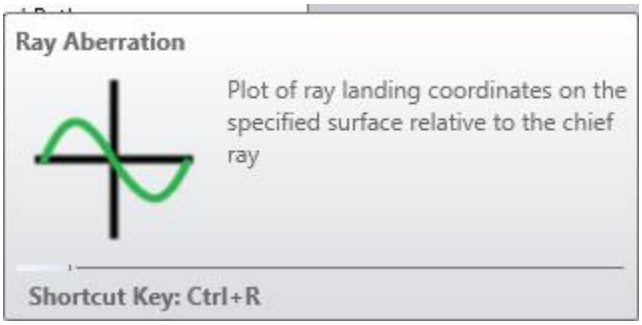




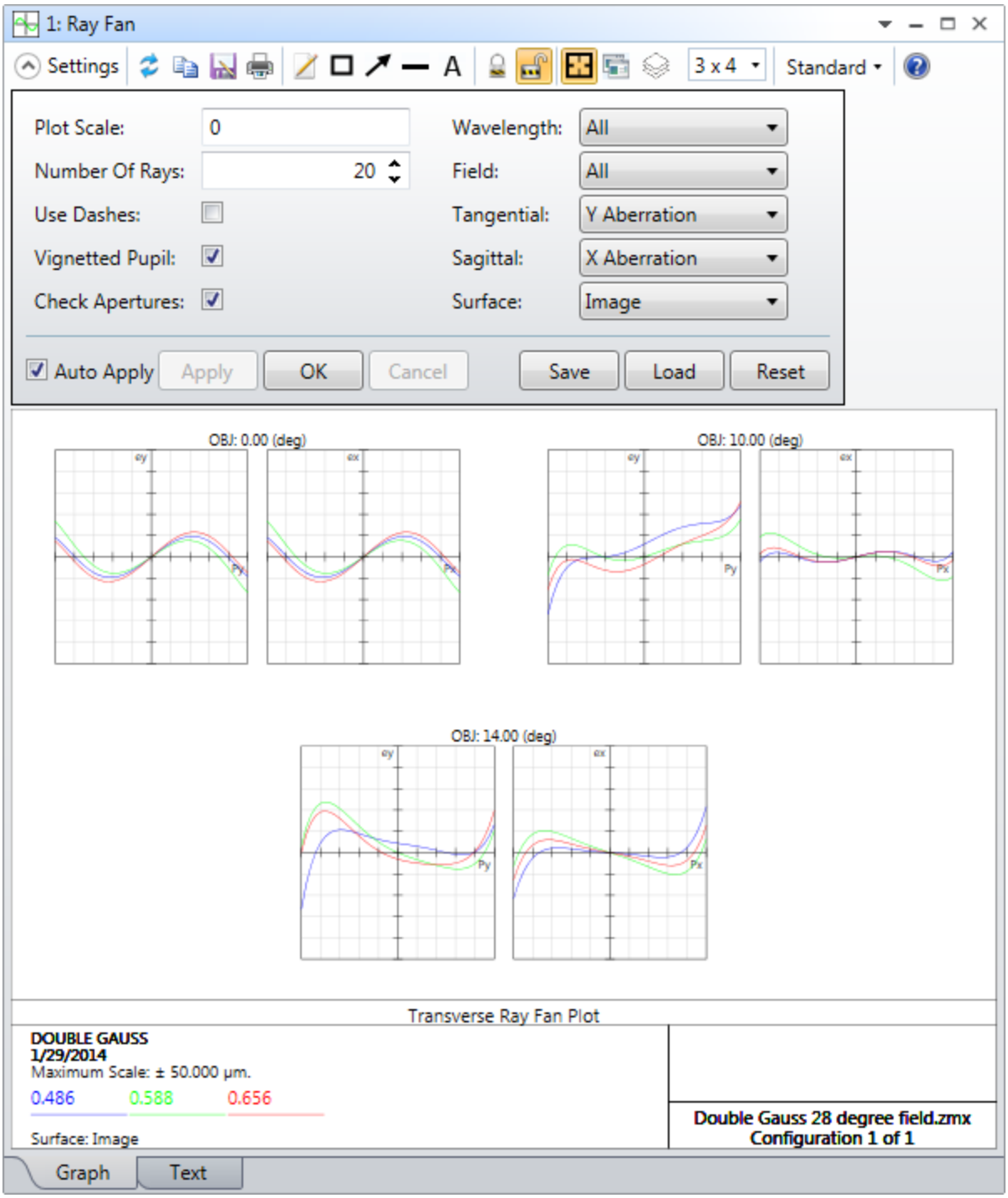
通过多种光学像差图表，查看与近轴光学系统性能的偏离。

光线像差图（像差分析）





显示光线像差随光瞳坐标的的变化曲线。



图形缩放 设置绘图的最大垂直比例尺。光线光扇图的最大缩放是以微米为单位，光程差图的最大缩放是以波数为单位，入瞳像差图的最大缩放是以百分比为单位。此设置将覆盖图形缩放的自动选择值。输入零则为自动缩放。

光线数 在原始图形每一侧追迹的光线数量。

波长 计算中使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

子午 选择用于绘制子午光扇图的像差分量。由于子午光扇图随 y 光瞳坐标变化，因此默认为绘制像差的 y 分量。

弧矢 选择用于绘制弧矢光扇图的像差分量。由于弧矢光扇图随 x 光瞳坐标变化，因此默认为绘制像差的 x 分量。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

检查孔径 指定是否检查光线是否通过所有表面孔径。如果选中，将不会绘制未穿过表面孔径的光线。

渐晕光瞳 如果选中，光瞳轴将根据未渐晕光瞳进行缩放，此时此数据将反映系统中的渐晕情况。如果取消选中，则光瞳轴将进行缩放以适应渐晕光瞳。

表面 选择要评估的光扇所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

详述

子午光扇图可显示随光线 y 光瞳坐标变化的垂轴像差的 x 或 y 分量。默认选项为绘制像差的 y 分量。但是，由于垂轴像差为矢量，因此这并不能完全描述像差。OpticStudio 在绘制 y 分量时，图中标记为 EY，绘制像差的 x 分量时，图中标记为 EX。

图形底部显示纵轴比例尺。被描绘的数据是光线与表面交点坐标和主光线与表面交点坐标之间的差值。子午光扇是随 y 光瞳坐标变化时的光线（与表面交点处） x 或 y 坐标与主波长主光线（与表面交点处） x 或 y 坐标之间的差值图。弧矢光扇是随 x 光瞳坐标变化时的光线 x 或 y 坐标与主光线 x 或 y 坐标之间的差值图。每张图的横轴比例尺都是归一化的入瞳坐标，可以为 PX 或 PY。

如果显示“所有”波长，则绘图将参考主波长主光线。如果是单色，则将使用选定波长的主光线作为参考。因此，在单色和复色光显示之间切换时，非主波长的数据通常会发生变化。

由于光线像差为矢量，同时包含 x 和 y 分量，因此光线像差扇形图并不能完全描述像差，尤其在像面发生旋转或系统以其它方式进行非旋转对称时更是如此。同样，光扇代表的只是沿两“薄片”到达光瞳的光束而不是在整个入瞳上的像差。光线光扇图的主要目的是确定系统中存在何种像差；不能完全描述系统性能，尤其对于非旋转对称性的系统更是如此。

在中间面上的结果评估

OpticStudio 运用假设来计算除像面之外的中间面分析结果。这些假设适用于大部分情况，但在某些情况下，此处描述的用于分析中间面的方法可能并不适用，包括需要进行光线瞄准的系统。出于分析目的，所有对所描述透镜的更改，都是在拷贝原始镜头数据基础上进行的，因此原始镜头数据不会有任何变化。

如果视场类型为实际像高或近轴像高，则针对无限或有限共轭系统的视场类型将分别更改为视场角或物高。在对未更改的系统进行计算时，视场角与高度分别对应于主波长主光线视场角和高度。

如果所选的中间面在光阑面之前，则 OpticStudio 将移动光阑面移至现有表面 1 之前的虚拟空间（可能为发散空间）。除非系统孔径的定义为物方空间数值孔径或锥角，否则系统孔径将更改为入瞳直径，且孔径值被设置为等于针对原来光阑位置计算得到的原始近轴入瞳直径。请注意，此假设可能并不适用于需要进行光线瞄准的系统。如果选定的表面在光阑面之后，则不对系统孔径或光阑面定义进行任何更改。

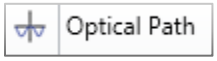
然后删除在选定面之后的表面。新像面的玻璃设定与选定面的玻璃设定相同。

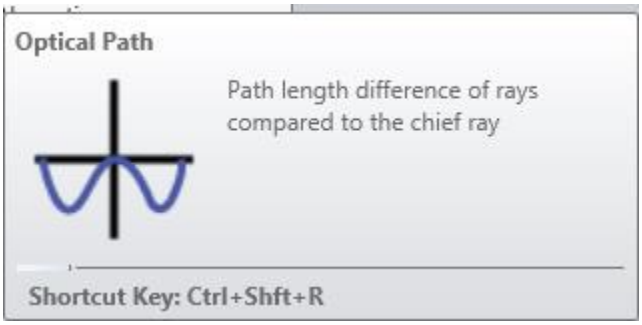
如果光线从指定表面折射后是聚集于焦点上，那么大多数分析功能对于聚焦模式系统的结果计算更有用。例如，光程差图通常是一种有用的系统检查分析，但必须在焦面（可能为虚焦点）处进行光程差测量才是有用的分析。其它需要形成临时像面的功能包括 PSF、MTF 和衍射圈入能量。对于这些需要使用临时像面的功能，新像面将设定为标准平面。选定面的厚度将进行近轴边缘光线高度求解，以便使新像面放在选定面的近轴焦点处。然后在此新创建的中间像面处继续进行分析计算。请注意，相应的计算分析是在光线通过选定面折射后形成的近轴焦点处进行的。如果中间系统处于无焦模式，则不执行这种近轴焦点的转换。

有关无焦模式的更多信息，请参阅“系统选项”中“孔径”部分的“无焦像方空间”。

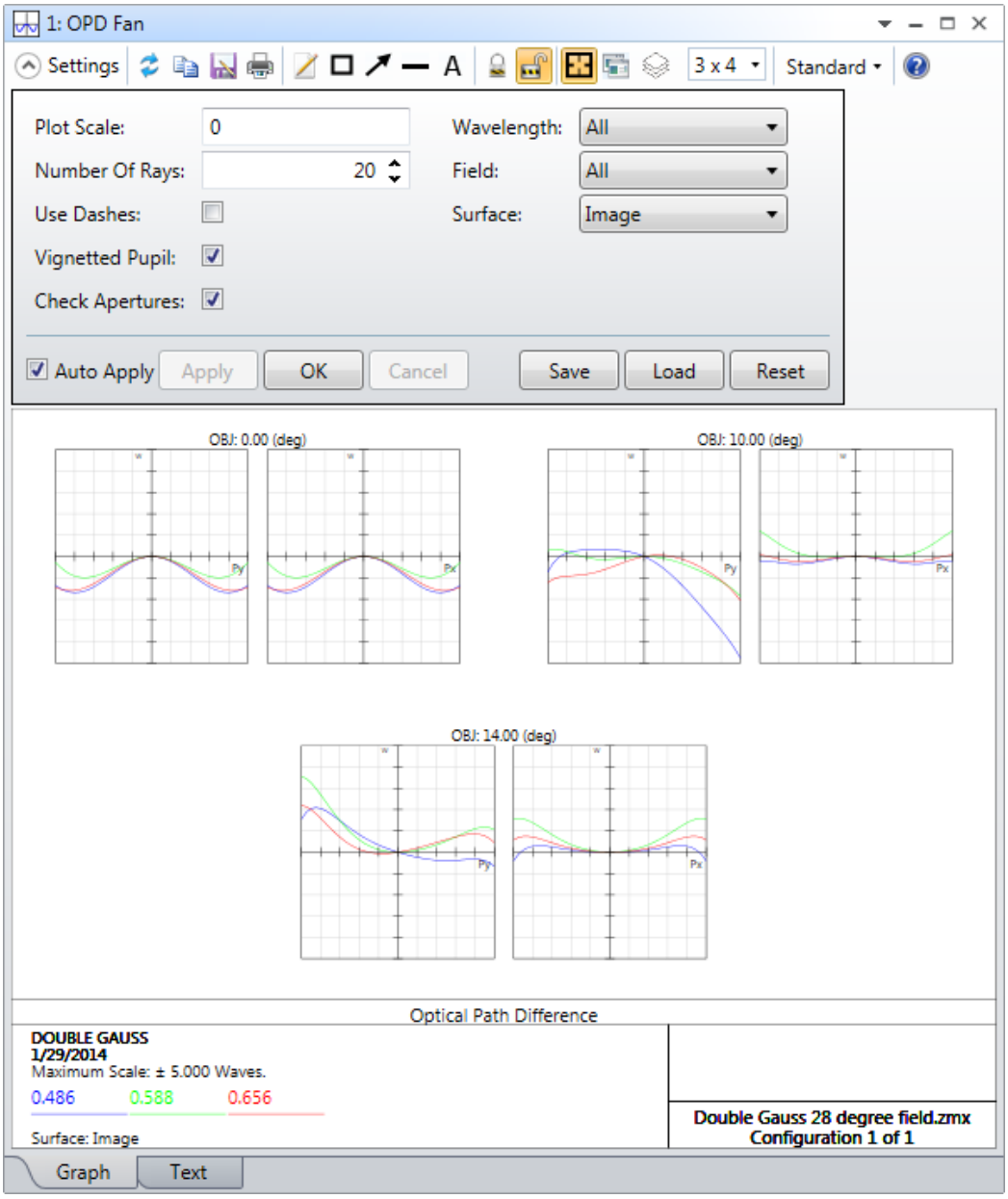
针对其他一些分析功能，不另做调整使光线聚焦在新像面上而直接在中间面上进行数据评估，其分析结果会更有用。这些功能包括各种点列图、光迹分析、几何圈入能量、线/边缘扩展函数和扩展光源圈入能量。

光程差图（像差分析，像质分析组）





显示光程差随光瞳坐标的变化曲线。

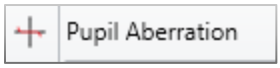


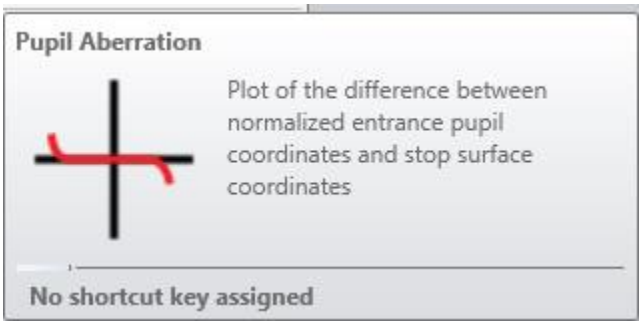
该选项与光线像差扇形图的选项相同，不同的是光线像差图中的“子午”和“弧矢”只有一个选项，即光程差 (OPD)，因为光程差 (OPD) 是标量。

详述 纵坐标比例尺部显示在图形底部。图中描绘的数据为光程差 (OPD)，即光线的光程长度与主光线光程长度的差值。通常是以系统出瞳位置为参考来计算光程长度之间的差值。每张图的横坐标为归一化光瞳坐标。

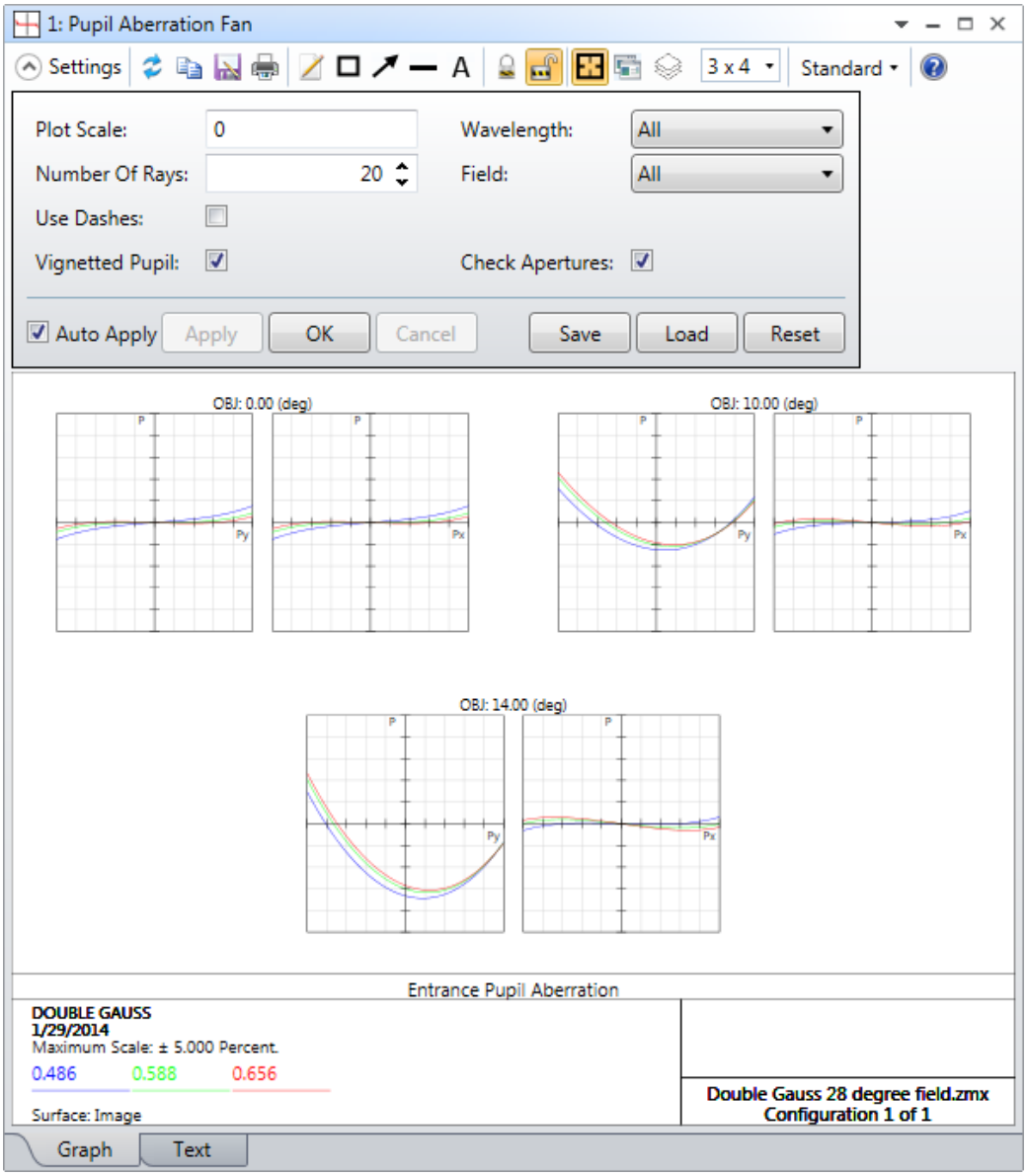
如显示“所有”波长，则图形所绘是基于参考球面和主光线并以主波长作为参考的数据。如显示为单色，则将使用所选波长的参考球面和主光线作为参照。因此，在单色和复色光显示之间切换时，非主波长的数据通常会发生变化。

光瞳像差





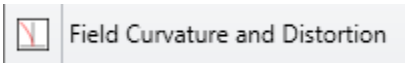
显示入瞳畸变随光瞳坐标的变化曲线。

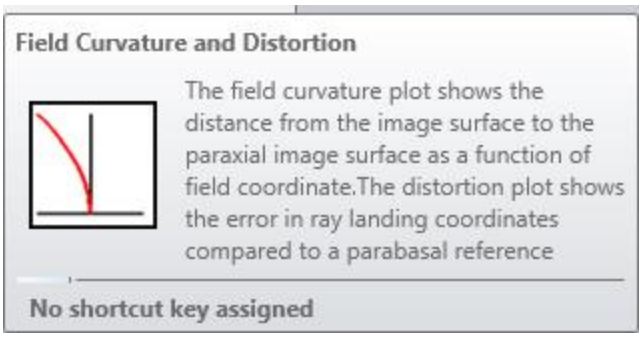


该选项与光线像差扇形图的选项相同，不同的是“子午”和“弧矢”只有一个选项即“光瞳像差”，因为“光瞳像差”是标量。“表面”选项仅允许为“像面”，因为始终是在光阑面计算得到此数据。

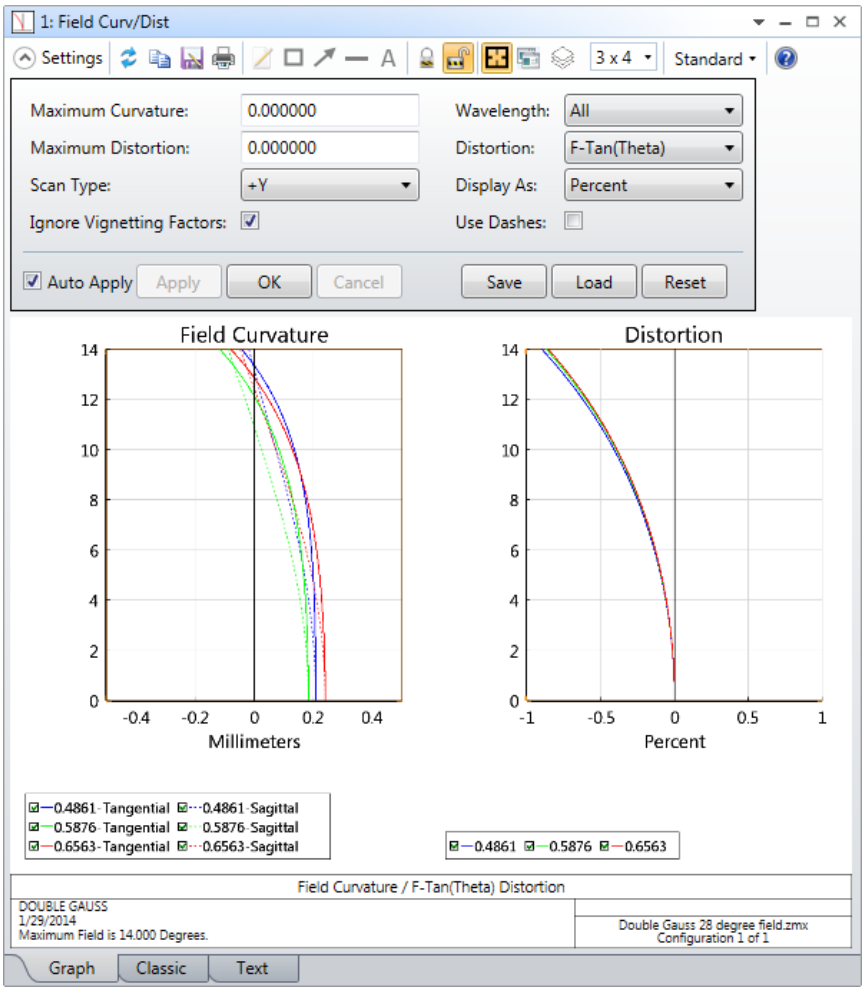
详述 将入瞳像差定义为光阑面上的实际光线交点与轴上主波长近轴光线交点之间的差值，以该差值占近轴光阑半径百分比的形式表示。如果最大像差超出数个百分比，则可能需要使用光线瞄准（参阅“光线瞄准”），使物方空间的光线正确填充光阑面。如果打开光线瞄准功能，入瞳像差将变为零（或很小的剩余值），这是因为光线追迹算法会考虑到畸变。使用此方法可检查光线瞄准功能是否正常。此处使用的光瞳像差定义并不完整，或者与其它定义不一致。此功能的唯一目的是，对是否需要使用光线瞄准提供参考。

场曲/畸变





显示场曲和畸变图。



最大曲率 定义场曲图的最大缩放比例（以镜头单位为单位）。输入零则为自动缩放。

最大畸变 定义畸变图的最大缩放比例。输入零则为自动缩放。

波长 计算中将使用的波长编号。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（勾选“配置选项”中“绘图”选项卡的“启用经典视图”来开启经典视图）。

忽略渐晕因子 请参阅“详述”部分。

畸变 选择“F-Tan(theta)”、“F-Theta”、“校准 F-Theta”或“校准 F-Tan(theta)”畸变。有关详细信息，请参阅“详述”部分。

显示为 选择是将畸变显示为百分比还是绝对长度。

扫描类型 选择 +y、+x、-y 或 -x 视场扫描方向。

详述：

场曲图显示像面到近轴像面的距离随视场坐标的变化曲线。子午数据是在子午面 (YZ)中沿 Z 轴测量的从像面到近轴像面的距离。弧矢数据是在与子午平面正交的平面中测量的上述距离变化数据。绘图纵坐标零点代表轴上视场，纵坐标顶端表示最大视场（角度或高度）。垂直比例没有单位，因为绘图始终沿扫描方向归一化到最大视场坐标。

默认情况下，视场扫描沿 +Y 视场扫描。如果选择“+X”或“-X”，则视场扫描沿 X 方向扫描，此时子午曲线表示 XZ 平面数据，而弧矢曲线是 YZ 平面数据。

场曲图中零视场并非始终从零开始绘制。原因是此绘图显示像面到近轴像面的距离，像面不一定恰巧与近轴像面重合。如有离焦，则两个表面会偏移，因此成为场曲数据。

畸变（以百分比为单位）被定义为实际主光线高度减去参考光线高度，除以参考光线高度后再乘以 100，公式为：

$$畸变 = 100 \times \frac{y_{主} - y_{参考}}{y_{参考}}$$

其中所有高度都是像面上（此数据不是指近轴像面）的径向坐标。参考光线高度的计算方法是，先追迹很小视场高度的真实光线，再按需缩放结果。即使对那些不能用近轴光线追迹很好地描述的系统，该一般化的计算方法也能够计算出合理的畸变值。对于 F- Tan(theta) 畸变，旋转对称性系统近轴焦平面处的非畸变光线的参考高度由以下公式给出

$$y_{参考} = f tan\theta$$

其中 f 是焦距，θ 是在物方视场角。注意：此参考光线高度对视场角度不小于 90 度的光学系统毫无意义。如果使用此功能分析视场角度大于 89 度的系统，则计算出来的最大视场角度将局限于 89 度。

F-Theta 畸变不使用正切关系，而是使用透镜焦距乘以主光线的物方视场角度后所得的高度。当使用测量的角度作为视场高度时，所谓的 F-Theta 高度才在无穷远入射系统中才有意义。近轴焦面的非畸变光线的参考高度由以下公式给出

$$y_{参考} = f\theta$$

其中 f 是焦距，θ 是物方视场角。F-Theta 可用于像高需要与扫描角度成线性关系的扫描系统中。

校准畸变（无论是 F-Tan(theta) 或 F-Theta）与其它畸变定义相似，不同之处是使用“最佳拟合”焦距，而非系统焦距。校准畸变可测量参考像高和实际像高之间的偏差，并选择最佳 f 值减小畸变，而无需受限于根据系统焦距定义线性比例这一规则。最佳拟合焦距选择的是用数据最佳拟合后的焦距，而非系统焦距，尽管最佳拟合焦距通常与系统焦距值接近。此功能的文本选项卡中列出了所使用的校准焦距。

定义校准畸变的其中一个影响是，在零视场角度产生非零畸变。出现非零畸变的原因可通过校准畸变有限的定义方式得到合理解释。定义校准畸变（以百分比为单位）的公式是

$$畸变 = 100 \times \frac{y_{主} - y_{参考}}{y_{参考}}$$

对于小角度视场，在所有合理的光学系统中，可使用 $y_{chief} = f\theta$ 很好的描述 y 主光线的实际坐标，使用 $y_{ref} = f'\theta$ 很好的描述参考光线坐标，其中 f' 是校准焦距，因此接近零视场的畸变的公式是

$$畸变 = 100 \times \frac{y_{主} - y_{参考}}{y_{参考}} = 100 \times \frac{f\theta - f'\theta}{f'\theta} = 100 \times \frac{f - f'}{f'}$$

这里的畸变值为非零值，当满足下面条件是为零畸变

$$f = f'$$

因此通常情况下，校准畸变在轴上是非零的。这并不意味着像高不是零，而是针对近轴参考光线和实际光线坐标人为选择的焦距不同。注意：近轴畸变百分比并不显著，因为视场本身在零视场角度就接近零。

对于非旋转对称性系统，畸变很难定义，并且显示的数据可能没有意义。因为如果系统不是旋转对称性的，则没有一个数字能够适当描述一个视场点的畸变。请参阅“网格畸变”。

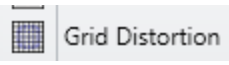
严格地说，场曲/畸变图仅对物面和像面均为平面的旋转对称性系统有效。但是，OpticStudio 使用广义的场曲/畸变概念为某些（而非全部）非旋转对称性系统提供了合理的结果。在针对非旋转对称性系统或物面和/或像面为非平面的系统解读这些数据时，应小心谨慎。

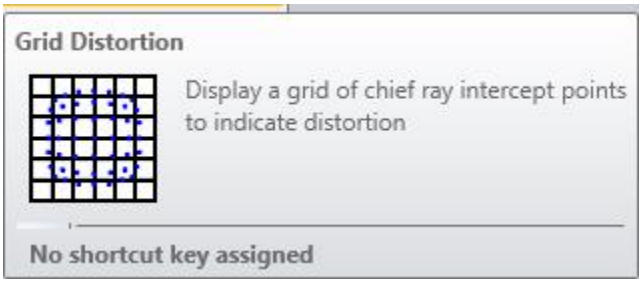
默认情况下，OpticStudio 在计算场曲/畸变图时会忽略渐晕因子。渐晕因子可以改变光阑面上的主光线位置，这将导致主光线不再通过光阑面中心。

使用实际像高作为视场类型时计算畸变

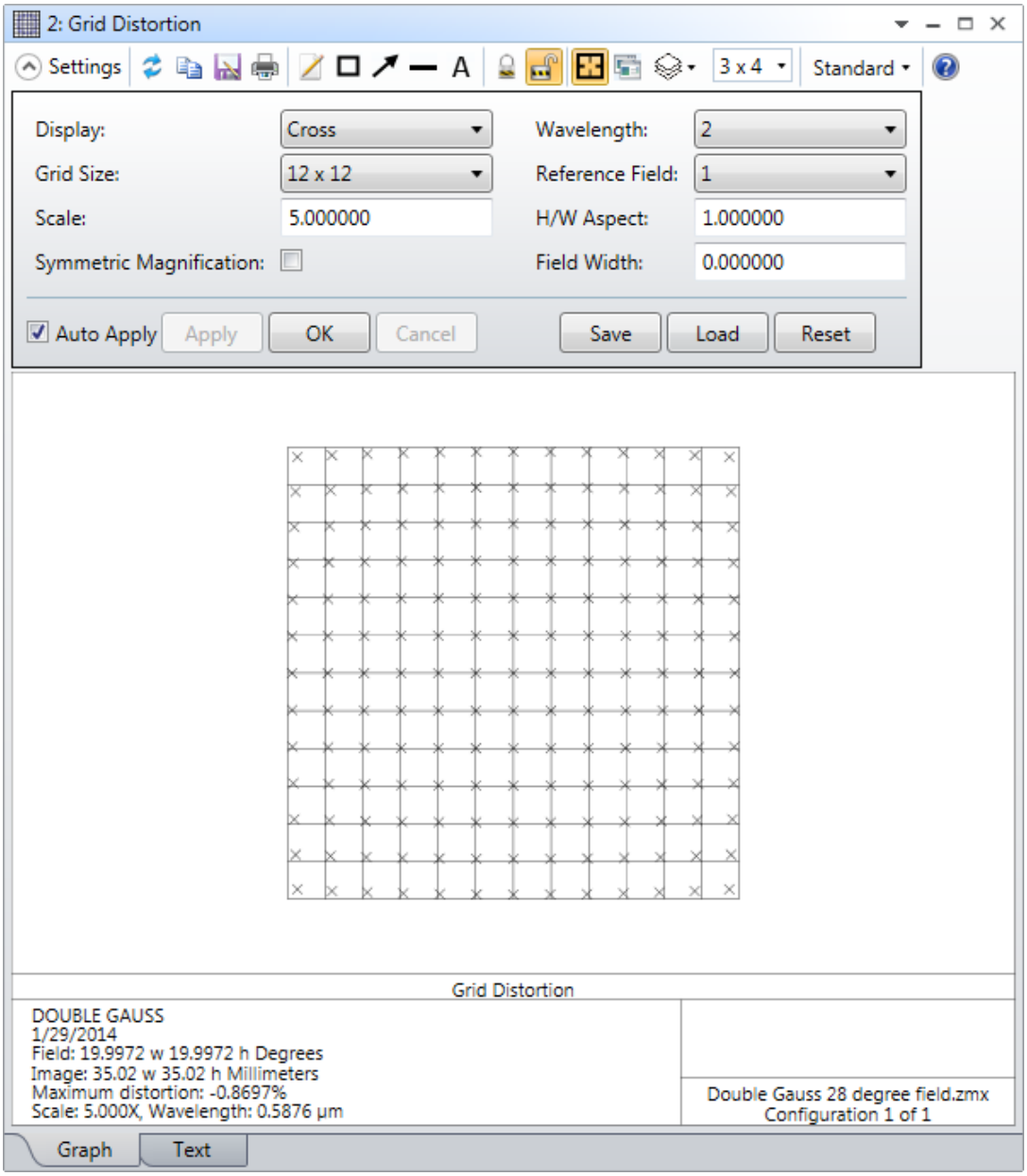
如果视场类型是实际像高，则不能使用此处介绍的方式计算畸变。因为在使用实际像高时，OpticStudio 会迭代追迹每一根主光线，以找到出射到所需像面坐标的精确物方空间角度。由于最终会对应到所需的像面坐标，因此像高与视场坐标呈线性关系。从而迭代间接地消除了畸变。出于此计算的目的，OpticStudio 会将视场类型由实际像高自动更改为视场角。然后选择每个定义视场点的视场角度，以生成相同的实际像高坐标。使用此方法，可保留线性偏差，并可正确计算畸变。如果光学系统不是轴对称系统，从实际像高转换为视场角度可能会导致非预期结果，因为视场角度扫描方向和实际像坐标方向可能不再共面，并且在解释结果时应小心谨慎。建议评估畸变时，对于非轴向系统，转而使用视场角度或物高，而非实际像高。

网格畸变





这个工具能显示了一组网格 Chief Ray 的位置以表示畸变状况。



显示　　选择“十字”代表用一个叉表示主光线交点，选择“矢量”则会绘制出一个箭头，箭头方向从理想像点指向实际主光线位置。

网格尺寸　网格的尺寸。

波长　计算中使用的波长编号。

参考视场　参考视场位置。请参阅“详述”。

缩放 如果缩放系数不是 1.0，则畸变网格上的“x”点将根据指定的缩放因子进行缩放。缩放系数可以是负数，这会改变畸变的方向，让正负号改变。

H/W 纵横比 如果比值为 1，则分析的视场是方形的。如果系统不是对称系统，则输出图像可能不是方形的，但物方视场是方形的。如果 H/W 纵横比大于 1，则“高度”或“y”视场将按照纵横比放大（x 方向有视场宽度选项控制）。如果此纵横比小于 1，则“高度”或“y”视场将按照纵横比压缩。纵横比是“y”视场高度除以“x”视场宽度。纵横比仅影响输入视场；图像纵横比是由光学系统成像属性决定的。

对称放大 如果勾选该选项，则强行设置 X 放大率与 Y 放大率相同。此选项可使畸变结果是参考于对称性预测坐标网格得到的，而非畸像（Anamorphic）预测网格。

视场宽度 “x”视场全宽（与视场单位相同）。如果当前视场类型是实际像高，OpticStudio 会将视场高度临时更转换为视场角度，并且“视场宽度”值将以角度单位为单位。请参阅“使用实际像高作为视场类型时计算畸变”。

详述：

此功能计算并显示了网格主光线坐标。在无畸变的系统中，像面上的主光线坐标与视场坐标呈线性关系：

$$\begin{bmatrix} x_p \\ y_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \end{bmatrix}$$

其中 xp 和 yp 是相对于像面参考点的预测像面坐标，而 fx 和 fy 是物面上相对于参考点的线性坐标。如果光学系统的视场定义是角度 (Angle)，则 fx 和 fy 是视场角的正切值（视场坐标必须是线性坐标，因此使用角的正切而非角度）。为计算 ABCD 矩阵，OpticStudio 会从参考视场位置的附近区域追迹一组光线。通常，参考视场位置为视场中心。OpticStudio 允许选择用于参考的视场位置。

默认情况下，OpticStudio 会把物方矩形网格视场的四个角落位置设为最大的径向 (radial) 视场值。如果使用角度定义视场时，由于物高与视场角的正切值呈线性关系，因此视场全宽的计算如下式所示：

$$\theta_{宽} = 2\ tan^{-1}\left[\frac{\sqrt{2}}{2}\tan\theta_r\right]$$

其中 θ_r 是最大径向（radial）视场角（也就是位于矩形网格四个角落位置的视场角）。

OpticStudio 会利用极小视场角在像空间中的光线座标来计算 ABCD 矩阵。使用 ABCD 矩阵的好处是允许坐标旋转。如果像面旋转了，比如物空间 Y 座标需同时对应到 X 与 Y 像座标，则 ABCD 矩阵将会自动考虑旋转。网格畸变图显示了线性网格以及在与网格同一个线性坐标系统下，真实主光线的交点位置 (用一个“X”符号表示)。

如果光学系统不是旋转对称性系统，则畸变的方向通常也不会仅保持在径向 (Radial) 方向。畸变是一个向量，并且必须使用向量的长度 (magnitude) 来计算总畸变。

此功能的文本报告中，列出了通过以下公式定义的预测像面坐标、实际像面坐标和“畸变百分比”

$$P = 100\% \frac{R_{distorted}}{R_{predicated}} \text{ 其中}$$

$$R_{real} = \sqrt{(x_r)^2+(y_r)^2},$$

$$R_{predicated} = \sqrt{(x_p)^2+(y_p)^2}$$

以及

$$R_{distorted} = \sqrt{(x_p - x_r)^2+(y_p - y_r)^2}$$

下标 r 和 p 分别是真实以及预测的像面坐标，位置的基准是相对于使用者指定的参考视场在像面上的位置。由于 R_{real} 和 $R_{distorted}$ 的值始终是正值，在此定义下所生成的 P 的值始终为正值。但它仍是区分“正”畸变和“负”畸变的常用概念。为区分正负畸变，在 R_{real} 和 $R_{distorted}$ 时，P 的符号会更改为负号。

请注意，网格畸变图并没有直接把文字报告的内容显示出来。光线坐标其实是绘制在物空间的网格上的。在绘制图畸变图时，这个工具会用逆转换把像空间坐标的偏移转换回物空间（对向量[xp yp] 和 [xr yr] 使用矩阵[A B; C D]$^{-1}$）。此转换可引入旋转和拉伸/挤压，因此可能导致网格畸变图看起来与直接利用文本选项卡中数据绘图有较大差别。此外，如果定义的缩放系数不为 1，则由此带来的拉伸也会引入差别。通常缩放系数的定义是为了将畸变值放大便于更好的观察。

转换回到物空间是必须的，因为我们要把光线画在物空间的网格上。这些网格代表的是物空间坐标上的主光线，然后用 ABCD 矩阵来计算这些主光线在像空间上面的预测 (理想) 座标。网格畸变图中的蓝色叉代表实际主光线的物空间坐标。因此，不论是文字报告中的预测坐标还是真实坐标，都没有直接的绘制在 Grid Distortion 中。

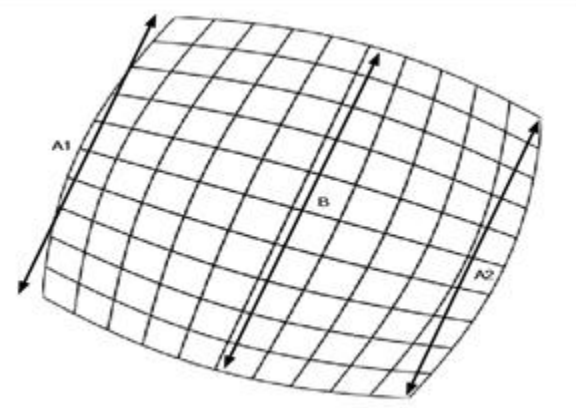
注意：此广义畸变定义可能不适用于所有情况，并且应谨慎使用这些结果。

SMIA-TV 畸变

此功能的文本报告中也列出了另一个畸变量测值，即标准移动成像架构 TV (SMIA-TV) 畸变（Standard Mobile Imaging Architecture TV）。SMIA-TV 畸变定义如下

$$P_{TV} = 100\% \frac{A - B}{B}$$

其中 A = 0.5*(A1+A2)，A1、A2 和 B 都是在矩形视场（如图所示）中的三对点之间测量的距离。



A 代表像面视野左边上下两个角落以及右边上下两个角落之间的距离，而 B 代表 x 视场中心的上下两点之距离。如果这 6 个点有任何一个无法追迹，则 SMIA-TC 畸变将会被列为零。

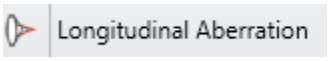
网格畸变限制

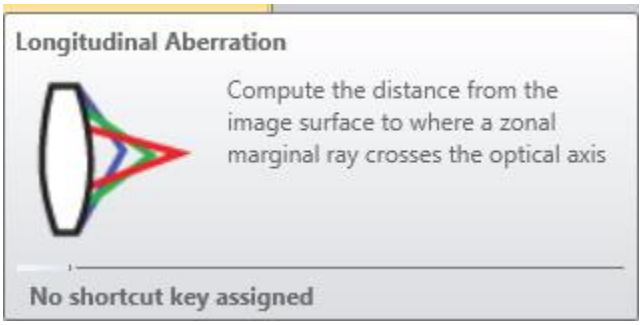
如果视场类型是实际像高，我们前面所描述的畸变定义将无法计算。相反为了计算，OpticStudio 会将视场类型由实际像高自动转换为视场角。有关更多信息，请参阅“使用实际像高作为视场类型时计算畸变”。

如果视场单位为角度且最大角度等于或大于 90 度，则无法计算网格畸变。此限制是由于预测像高与物方空间的视场角切线成正比这一假设造成的。当视场角度超过 90 度时，使用切线不能正确预测线性像高。

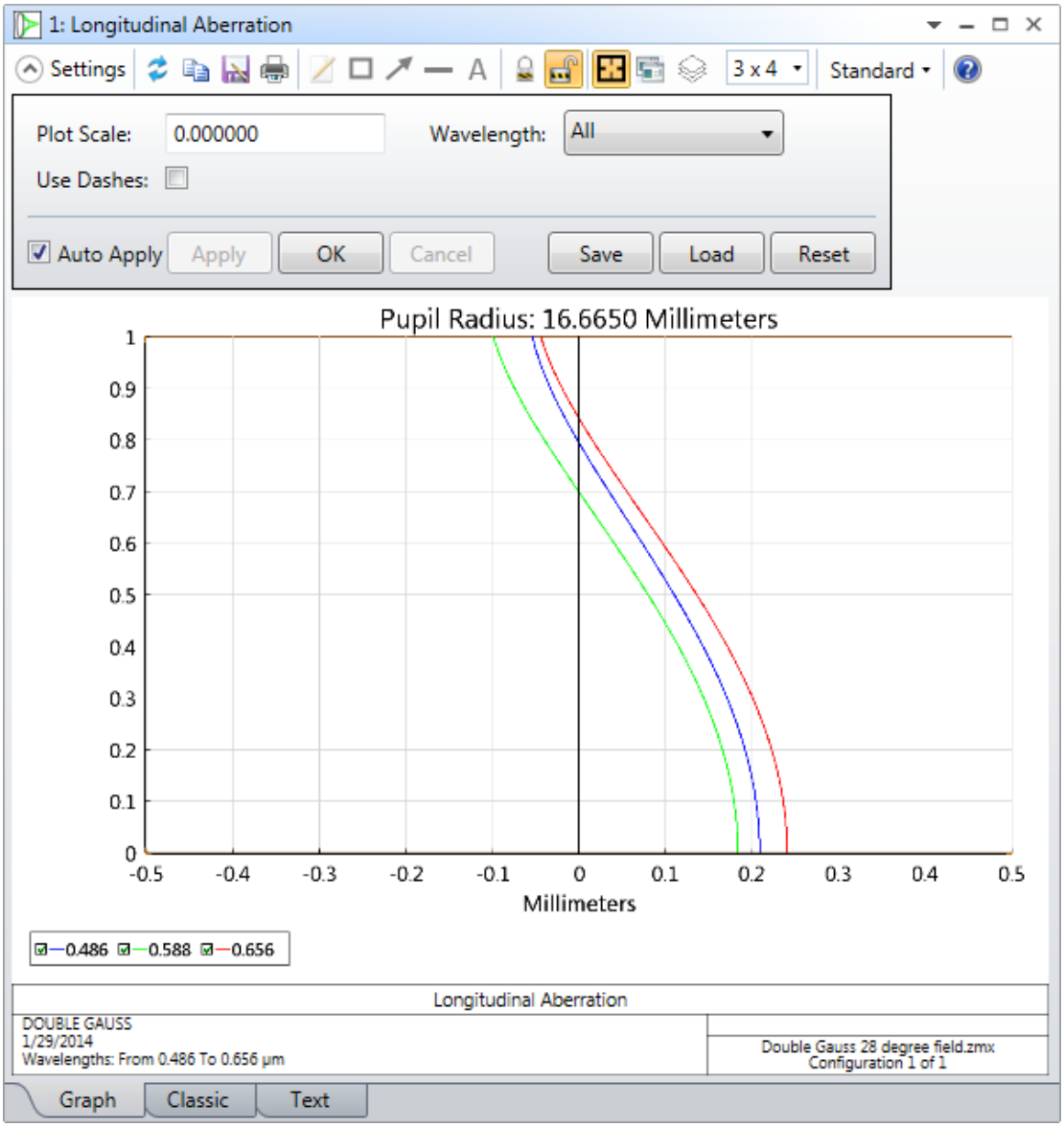
网格畸变图方位与视场单位取向一致，因此 +y 方向与视场单位的 +y 视场坐标方向相对应（参阅“视场”）。有时指向上可能与 Spot Diagram 或其他基于像空间单位指向所绘制的分析图结果有所不同。

轴向像差





显示每个波长不同光瞳高度光线的轴向像差。



图形缩放 定义图形的最大缩放比例（以镜头单位为单位）。输入零为自动缩放。

波长 计算中将使用的波长编号。

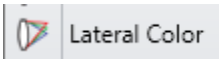
使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

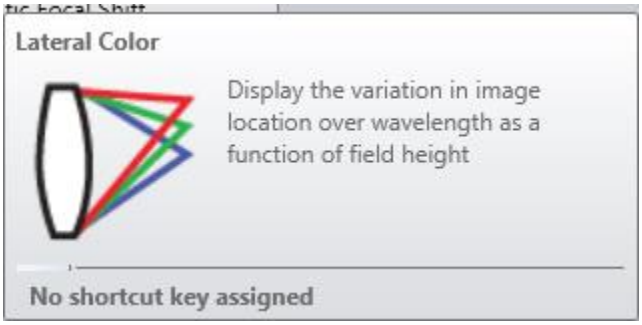
详述 此功能计算的是从像面到环带边缘光线“聚焦”位置的距离或从像面到与环带边缘光线与光轴相交位置的距离。仅对轴上视场不同区域环带子午光线进行计算。绘图底部代表轴上，绘图顶部表示最大入瞳半径。分析图纵轴为无量纲量，因为绘图中最大入瞳半径始终被归一化为 1。分析图横轴单位以镜头单位为单

位，表示从像面到光线与光轴相交点的距离。对于无焦系统，横轴表示的是使光线平行所需的屈光度（光焦度单位）。

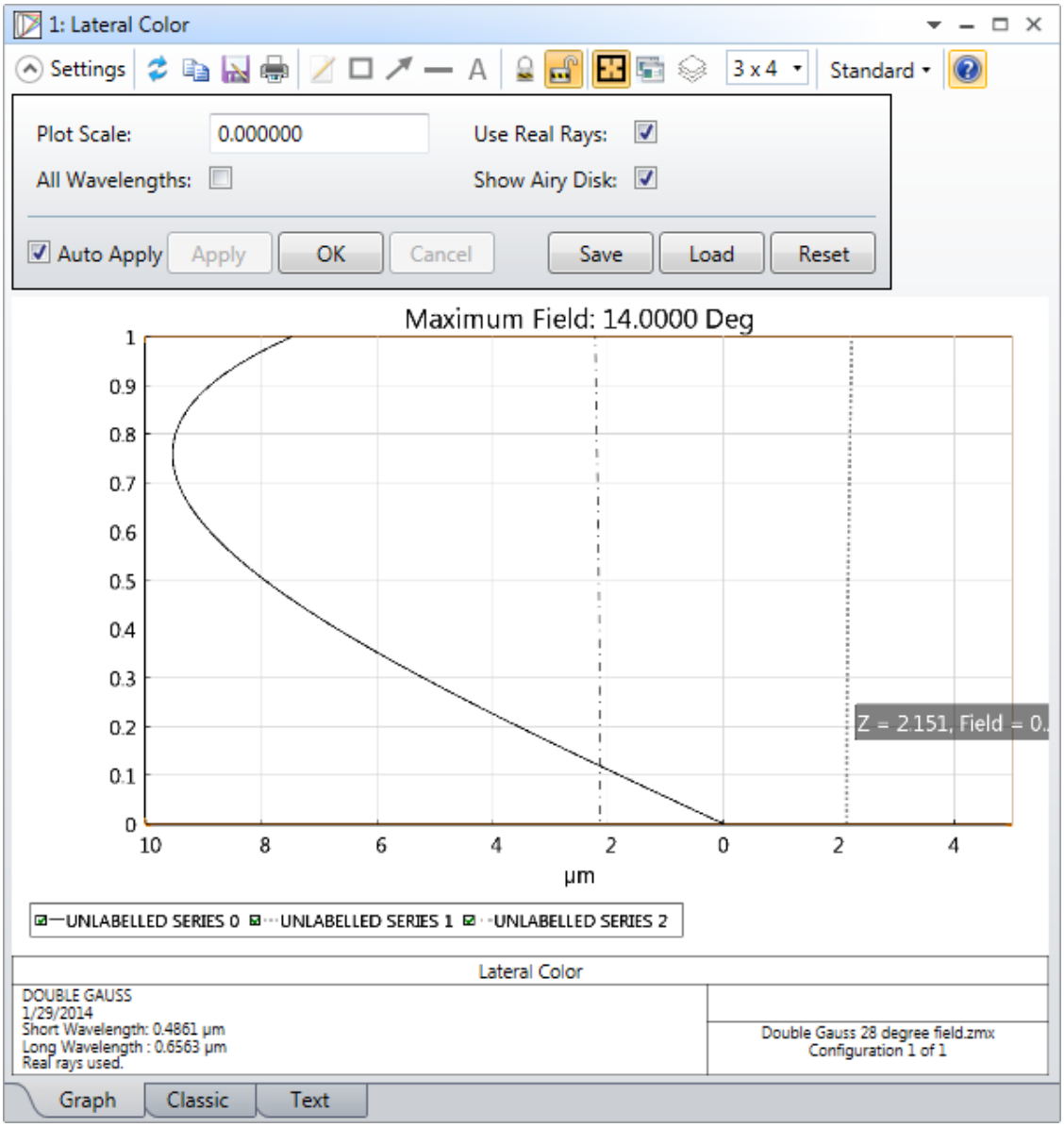
由于轴向像差是根据像面到光线与光轴交点的距离定义的，因此对于非旋转对称性系统，此功能生成的数据可能毫无意义。在解读非旋转对称性系统的分析图时应格外注意。

垂轴色差





显示不同视场的垂轴色差。



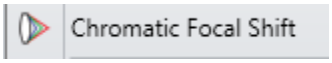
图形缩放 定义图形的最大缩放比例（以镜头单位为单位）。输入零为自动缩放。

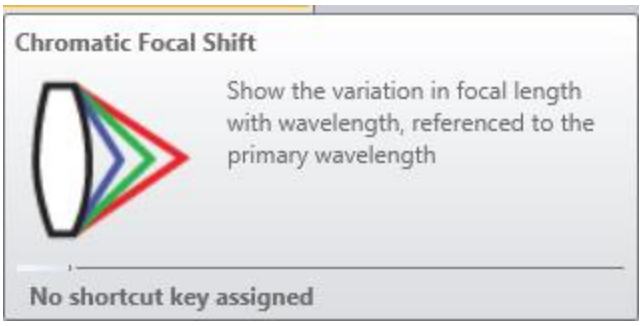
使用实际光线 如果勾选，则使用实际光线，否则使用近轴光线。

所有波长 如果勾选，则显示所有定义波长的数据。每个波长都将参考主波长。如果未选中，则使用最短波长和最长波长光线的差值。请参阅“详述”。

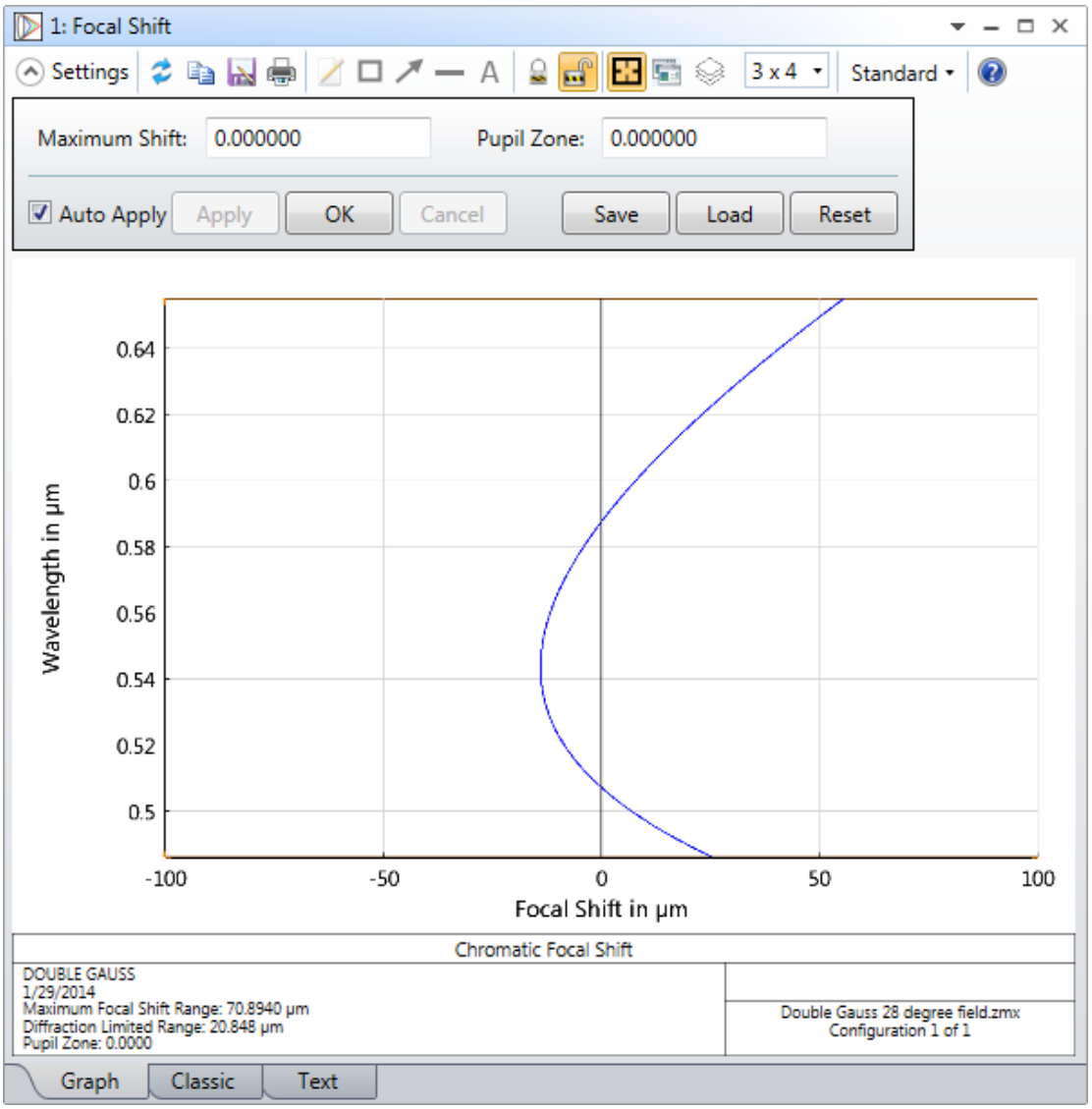
显示艾里斑 如果勾选，则在两侧的参考线上绘制主波长的艾里斑半径，以显示艾里斑范围。

色焦移





相对主波长焦点的后焦距漂移。



最大漂移 分析图横坐标最大范围（以镜头单位为单位）。分析图纵坐标比例是根据所定义波长的范围设定的。输入零为自动缩放。

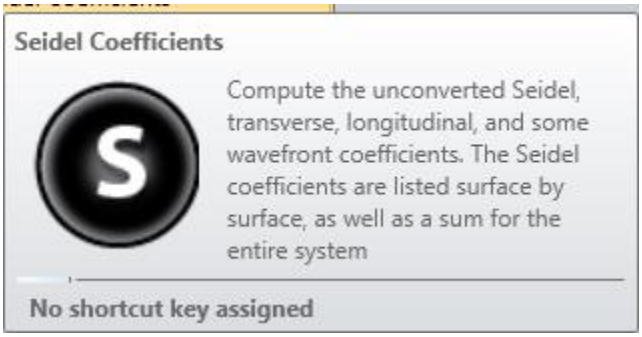
光瞳区域 计算后焦点所使用的光瞳径向区域。默认值为零，表示将使用近轴光线。介于 0 和 1 之间的值表示在入瞳的相应区域使用真实边缘光线。1 表示在光瞳边缘或全孔径位置。

详述 此绘图描述了相对于主光线焦点的后焦距漂移的情况。在绘制每个波长时，都需计算像方空间中该颜色边缘光线焦点的漂移距离。漂移距离是在与像面前一表面相同的介质（玻璃或空气）中计算得出的。此绘图对非近轴系统可能没有意义。

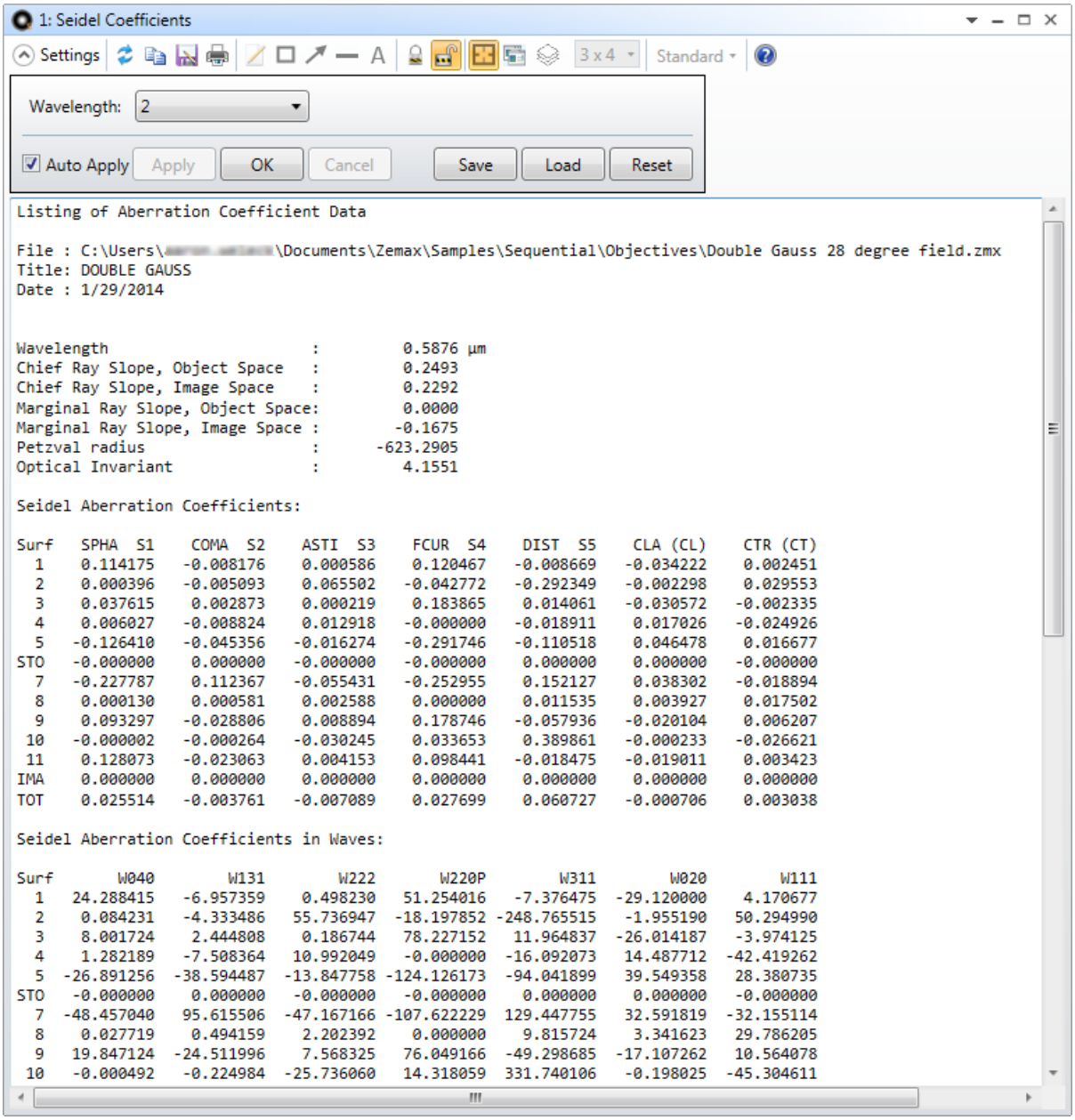
设置最大漂移范围将覆盖原来的默认比例。最大飘移单位为镜头单位。整个绘图始终参考主波长近轴焦点。根据公式 $4\lambda F^2$ 可计算衍射极焦深，其中 F 是工作 F/#，而 λ 是主波长

赛德尔系数





显示（未转换的、垂轴和轴向的）赛德尔以及波前差系数。



波长 计算中使用的波长编号。

详述

OpticStudio 将计算原始赛德尔系数、垂轴、轴向和一些波前系数。赛德尔系数以及整个系统的赛德尔总和将按表面顺序列出。列出的系数包括球差 (SPHA, S1)、彗差 (COMA, S2)、像散 (ASTI, S3)、场曲 (FCUR, S4)、畸变 (DIST, S5)、轴向色差 (CLA, CL) 和垂轴色差 (CTR, CT) 的系数。单位通常与系统选项中的镜头单位相同，但以波数为单位测量的系数除外。

这些计算仅对由轴对称球面、圆锥面、二阶或第四阶非球面构成的系统有效，且计算准确。这些系数的计算是通过近轴光线得到的，而对于包含坐标间断表面、光栅面、近轴面或其它非径向对称表面的系统，近轴光线不能充分描述整个系统。具体而言，这些计算支持的表面类型有标准面、偶次非球面、奇次非球面、扩展非球面和扩展奇次非球面。

每个表面和系统整体的垂轴像差系数被一一列出。包括垂轴球差 (TSPH)、垂轴弧矢慧差 (TSCO)、垂轴子午彗差 (TTCO)、垂轴像散 (TAST)、垂轴 Petzval 场曲 (TPFC)、垂轴弧矢场曲 (TSFC)、垂轴子午场曲 (TTFC)、垂轴畸变 (TDIS)、垂轴轴向色差 (TAXC) 和垂轴倍率色差 (TLAC) （transverse lateral color）的系数。垂轴像差是以系统镜头单位为单位。在光线几乎准直的光学空间中，垂轴像差系数可以很大，这些系数在这些光学空间中几乎没有意义。

Petzval 半径是 Petzval 总和的倒数，定义如下：

$$\frac{1}{R_\rho} = -n_m \sum_{i=1}^{m} \frac{n_i - n_{i-1}}{n_i n_{i-1} R_i}$$

其中n_{i-1}和n_i分别是表面 i 前和表面 i 之后的折射率。R_i是表面 i 的曲率半径。n_m是像面的折射率。m 是像面的表面序号。

在计算 Petzval 半径时，会将物方空间和像方空间的折射率的绝对值都考虑进去。此计算中忽略物面和像面半径。

可计算以下轴向像差系数，包括轴向球差 (LSPH)、轴向弧矢彗差 (LSCO)、轴向子午彗差 (LTCO)、轴向像散 (LAST)、轴向 Petzval 场曲 (LPFC)、轴向弧矢场曲 (LSFC)、轴向子午场曲 (LTFC)、轴向畸变 (LDIS)、沿轴轴向色差 (LAXC) 和轴向倍率色差 (LLAC) （transverse lateral color）。轴向像差是以系统镜头单位为单位。在光线几乎准直的光学空间中，纵轴像差系数可以很大，这些系数在这些光学空间中几乎没有意义。

波前系数包括球差 (W040)、慧差 (W131)、像散 (W222)、Petzval 场曲 (W220P)、畸变 (W311)、轴向色差离焦项 (W020)、垂轴色差倾斜项 (W111)、弧矢场曲 (W220S)、中间场曲 (W220M) 和子午场曲 (W220T) 的系数。所有波前系数均以出瞳边缘的波长单位为单位。各种像差系数根据下表相互关联。n’ 和 u’ 值分别是系统最后一面的折射率和近轴边缘光线角。有关赛德尔像差系数的含义和公式推导的详述，请参阅 Welford 的《Aberrations of Optical Systems》、Smith 的《Modern Lens Design》或 O' Shea 的《Elements of Modern Optical Design》。有关参考书目的列表，请参阅 Opticstudio 入门指南>教程>更多>镜头设计参考。

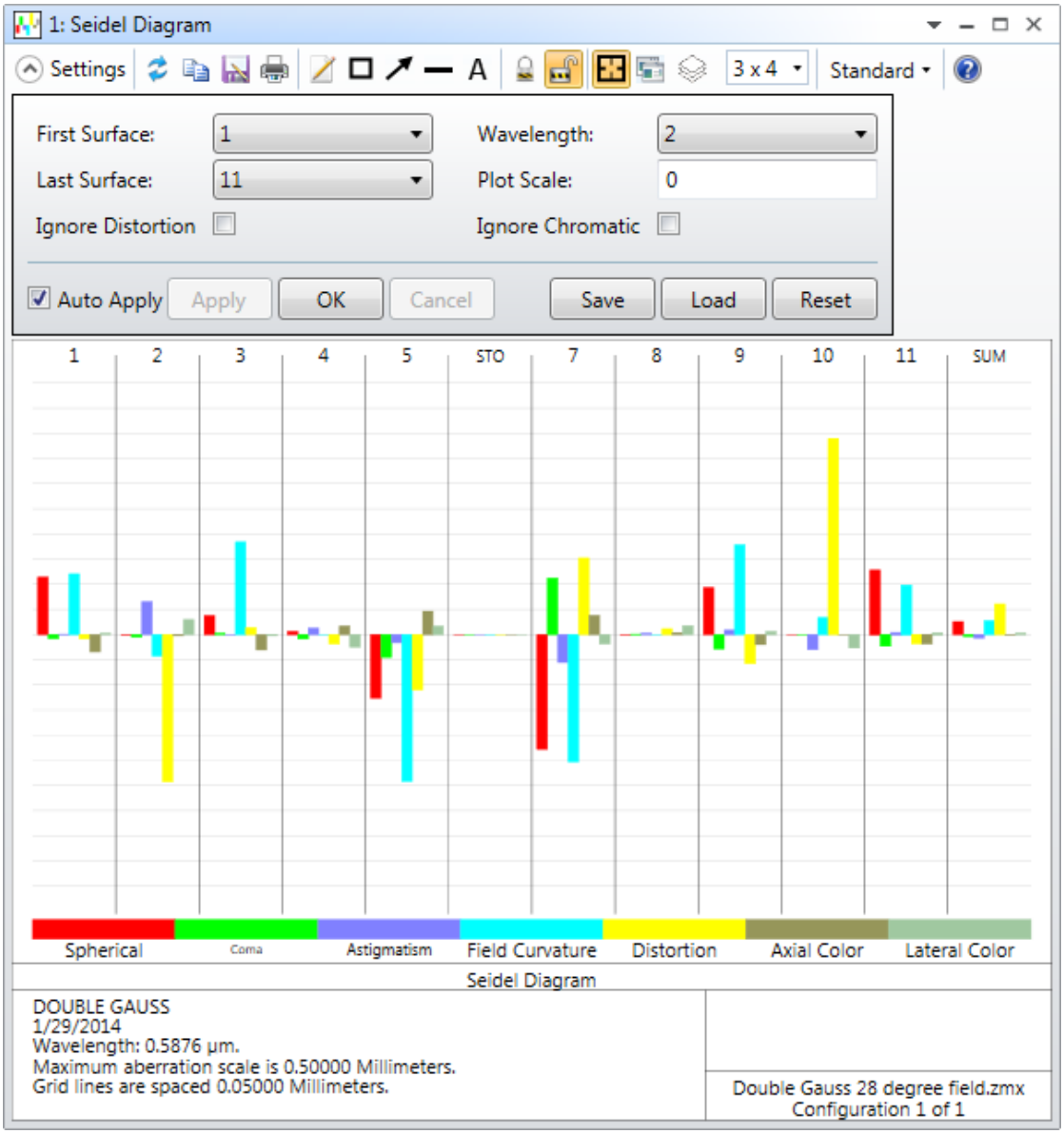
名称	赛德尔	波	描述	横向	轴向
球差	S_1	$\frac{S_1}{8}$	球差	$-\frac{S_1}{2n'u'}$	$\frac{S_1}{2n'u'^2}$
彗差	S_2	$\frac{S_2}{2}$	弧矢	$-\frac{S_2}{2n'u'}$	$\frac{S_2}{2n'u'^2}$
			子午	$-\frac{3S_2}{2n'u'}$	$\frac{3S_2}{2n'u'^2}$
像散	S_3	$\frac{S_3}{2}$	从子午到弧矢焦点	$-\frac{S_3}{n'u'}$	$\frac{S_3}{n'u'^2}$
场曲	S_4	$\frac{S_4}{4}$	高斯到佩兹伐	$-\frac{S_4}{2n'u'}$	$\frac{S_4}{2n'u'^2}$
	S_3+S_4	$\frac{S_3+S_4}{4}$	高斯到弧矢	$-\frac{(S_3+S_4)}{2n'u'}$	$\frac{S_3+S_4}{2n'u'^2}$
	$2S_3+S_4$	$\frac{2S_3+S_4}{4}$	高斯到中间	$-\frac{(2S_3+S_4)}{2n'u'}$	$\frac{2S_3+S_4}{2n'u'^2}$
	$3S_3+S_4$	$\frac{3S_3+S_4}{4}$	高斯到子午	$-\frac{(3S_3+S_4)}{2n'u'}$	$\frac{3S_3+S_4}{2n'u'^2}$
畸变	S_5	$\frac{S_5}{2}$	畸变	$-\frac{S_5}{2n'u'}$	$\frac{S_5}{2n'u'^2}$
轴上色差	C_L	$\frac{C_L}{2}$	已 定义的极端波长之间测量色差（参考所选波长）	$\frac{C_L}{n'u'}$	$\frac{C_L}{n'u'^2}$
垂轴色差	C_T	C_T		$\frac{C_T}{n'u'}$	$\frac{C_T}{n'u'^2}$

赛德尔图





以柱状图形式显示赛德尔原始像差系数。



起始面/终止面 要显示的表面范围。总和是选定面的范围总和。不显示像面。

波长 计算中使用的波长编号。

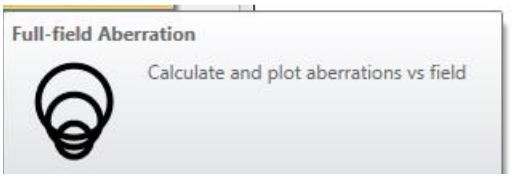
图形缩放 设置图形的最大缩放比例（以镜头单位为单位）。输入零为自动缩放。

忽略畸变 如果选中，则不显示畸变数据。

忽略色差 如果选中，则不显示轴向和垂轴色差数据。

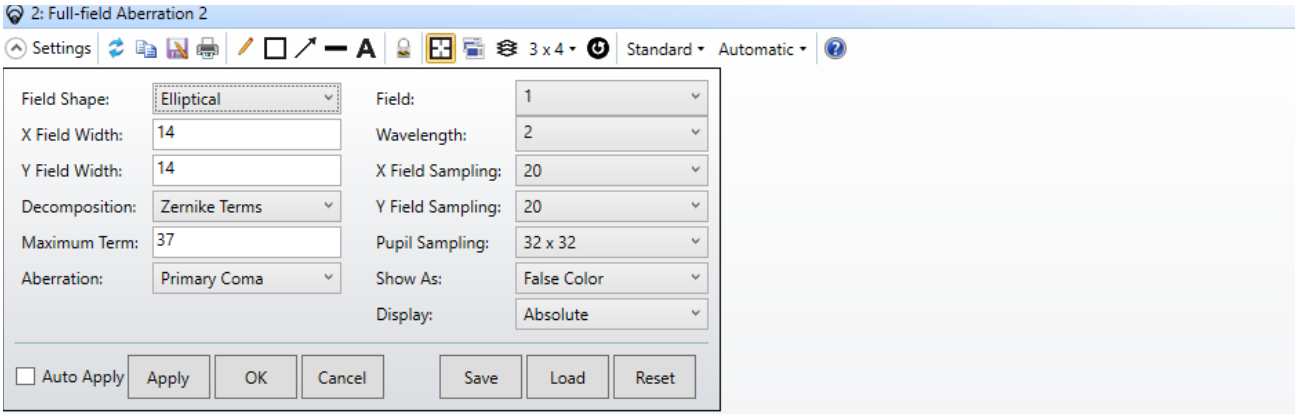
详述 原始赛德尔系数以及选定面的范围总和将按表面顺序显示。有关赛德尔系数的详细信息，请参阅“赛德尔系数”

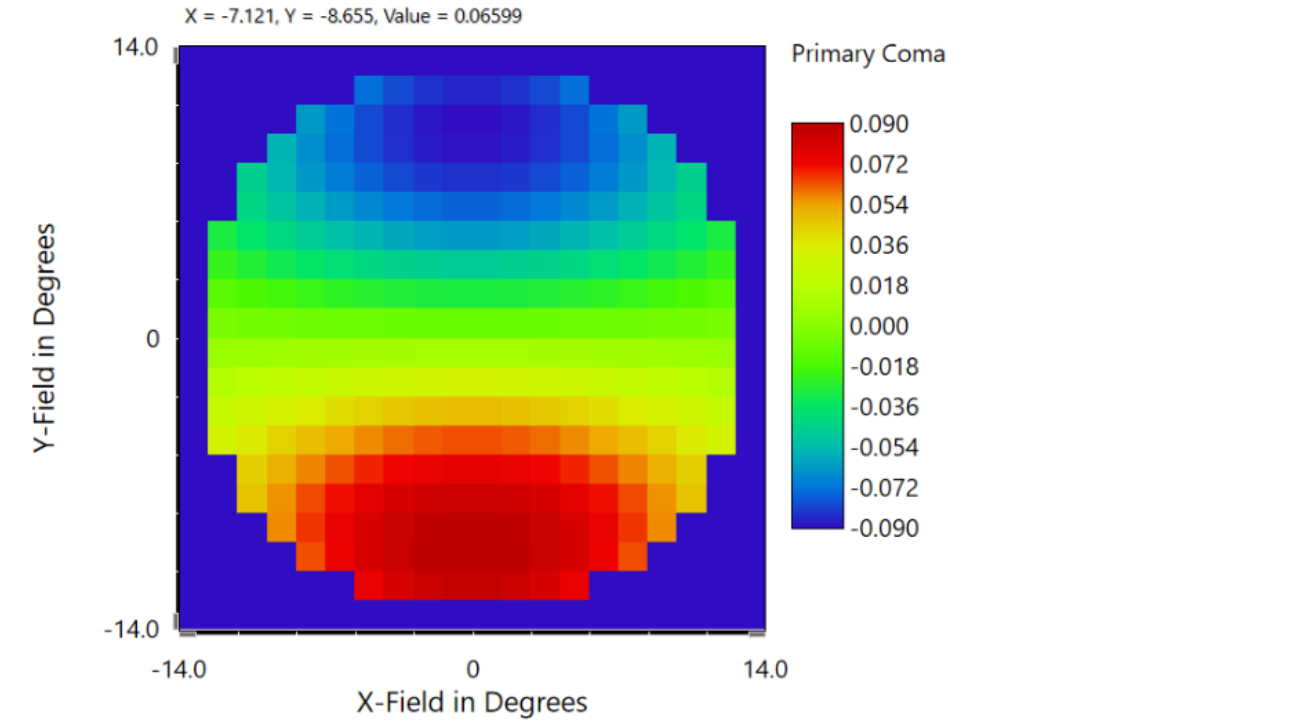
全视场像差



只有 OpticStudio 专业版和旗舰版支持此功能。

全视场像差分析功能显示了全视场下的 Zernike 系数。详细信息，请参阅“详述”部分。



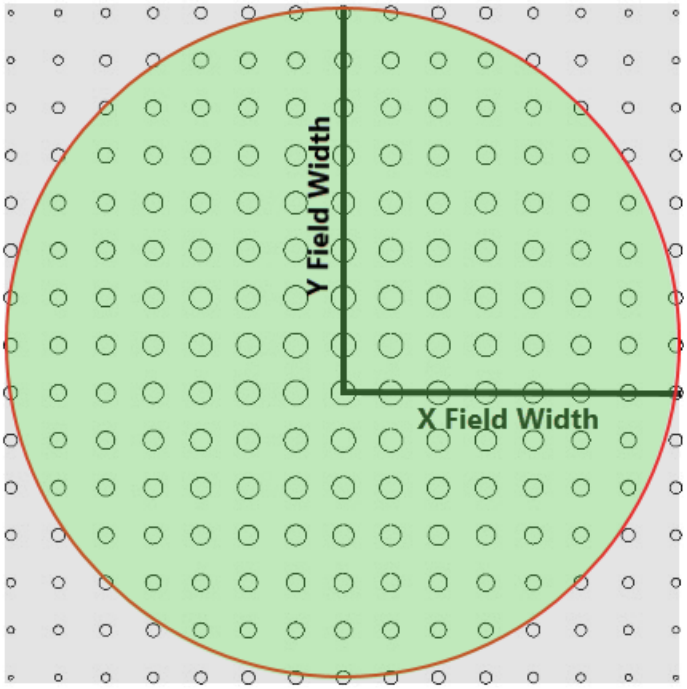


Primary Coma	
DOUBLE GAUSS 4/20/2018 Wavelength: 0.5876 µm Decomposition: Zernike Max Term: 37 Average: 0.0000 waves Display: Absolute Field: Elliptical	Zemax OpticStudio Double Gauss 28 degree field.zmx Configuration 1 of 1

Graph Text

视场 视场采样格点以指定编号的视场为中心

视场形状 为矩形或椭圆。如勾选椭圆，不对指定 X 视场和 Y 视场椭圆以外的数据进行计算。在下面的示例中，不进行计算的数据用灰色区域表示。



波长 计算中使用的波长编号。

X 视场宽度和 **Y 视场宽度** X 和 Y 方向格点采样一半的视场值。单位与当前视场数据编辑器中视场的单位一致，为角度或镜头单位。如果当前视场数据编辑器中的视场类型为经纬角，则 X/Y 视场宽度分别为方位/高度角，单位为度。

X 视场采样和 **Y 视场采样** 分别 X 和 Y 采样的的视场点数目。

分解 当前只有一个选项即 Zernike 项，且波前利用 Zernike 标准系数进行分解。Zernike 标准多项式由“Zernike 标准系数”中的列表给出。将来会加入其他不同的分解选项。

最大项 分解成的最大项数。可指定的最大项数为 231 项。

像差 指定视场内所要绘制的像差。可显示离焦、初级像散、初级慧差、或指定的 Zernike 项。使用 Z4, Z5, …, Z8 代表 Zernike 项，像差通过以下各式计算：

- 离焦 = Z4
- 初级像散：
    - 大小 = sqrt (Z5^2 + Z6^2)
    - 角度 = (1/2)*atan2(y = -Z5 , x = -Z6)
- 初级慧差：
    - 大小 = sqrt (Z7^2 + Z8^2)
    - 角度 = atan2(y = -Z7 , x = -Z8)

其中 atan2 是 C 语言的库函数，表示 (y/x) 的反正切值但适用于所有的象限组合。

为什么在像散和慧差角度定义中都包含了负号？

OpticStudio 绘制 Zernike 像差时为了使之“看起来”像（点列图中所展示的）横向像差（transverse aberrations）。

横向像差是由波前的导数所定义的：

Ex = - (R/n) (dW/dx)

Ey = - (R/n) (dW/dy)

其中 R 是出瞳到达像面的距离，n 是像面前介质的折射率，W 是波前。角度中的负号就来源于此。

对于像散，负号的定义没有影响，因为其图标显示为一条线。但是，仍旧在角度定义中加入负号，为了使像散与慧差定义保持一致。

对于慧差，负号是有影响的，因为慧差使光线都向一边倾斜。OpticStudio 将慧差的图标绘制为锥角（cone），为与点列图中显示的慧差形状一致。

注意：计算中使用的 atan 函数是 atan2(x,y)，该函数利用了它两个变量的负号。

光瞳采样 指定系数拟合时使用的光瞳密度。随着网格尺寸增大，计算越准确，但计算时间也会增加。

显示 可选择绝对值，相对值，或平均值。绝对值显示了没有其他改动的选定像差值。相对值显示了减去所选采样点的平均值之后的选定像差值。平均值显示了选定点的指定像差的平均值。

初级像散和初级慧差是向量（由于是用大于一项的 Zernike 项来表示），因此对于显示选项为相对值和平均值的响应是不同的。当选择显示为图标以及同时选择像差为向量时，勾选平均值时是对向量中的每一项分别进行平均值计算。同样地，相对值的计算也是向量中的每一项减去各自的平均值。例如：如果选择显示的初级像散（使用 Z5 和 Z6 进行的计算），当选择显示平均值时计算的是使用 Z5 的平均值和 Z6 的平均值得到的结果。当选择显示为绝对值时也是每个采样点的 Z5 减去 Z5 的平均值，每个采样点的 Z6 减去 Z6 的平均值。

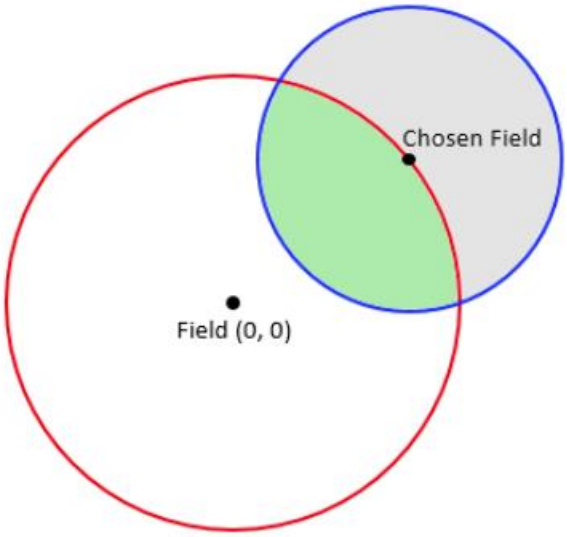
显示为 可选择图标，灰度，反灰度，伪彩色，反伪彩色。选择图标可展示像差的大小和方向（如果有方向的话），在注释区显示图标的比例。注意图标仅显示像差的绝对值。其他的选项可显示大小像差大小的负值，但不能显示像差的方向。（并不是所有像差信息都包含方位信息。）

详述

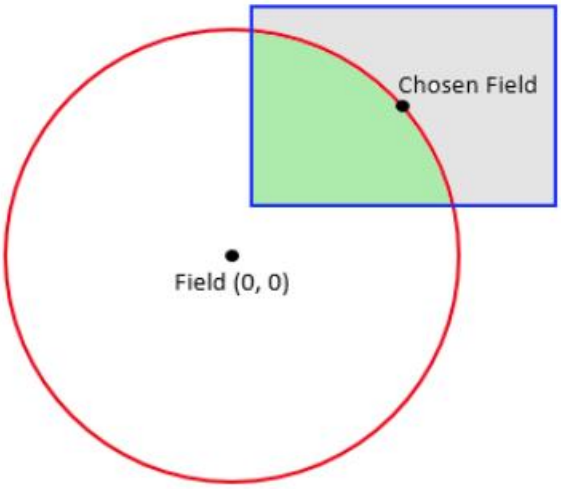
全视场像差可用来显示不同视场位置的具体像差。这个分析工具尤其对校正某一视场下含有自由曲面面型系统的像差十分有用。

注意不对落在定义的归一化视场边界之外的采样点数据进行绘制。下面是以指定视场为中心的全视场像差图的示例。

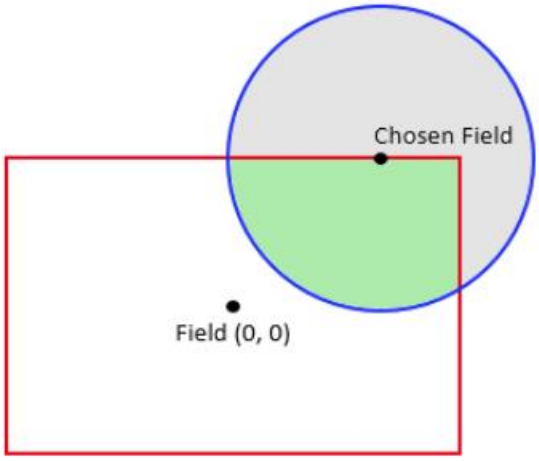
Field Normalization: Radial
Field Shape in settings: Ellipse



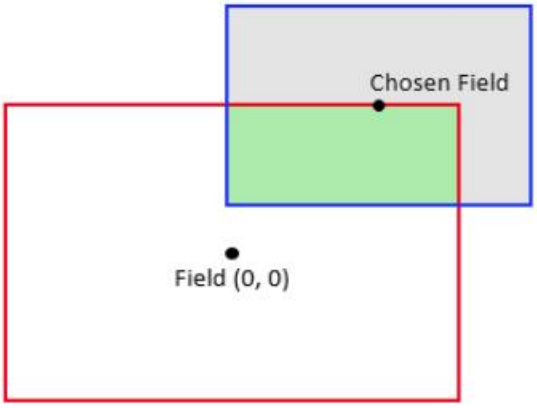
Field Normalization: Radial
Field Shape in settings: Rectangular

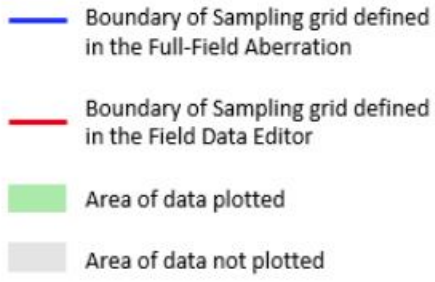


Field Normalization: Rectangular
Field Shape in settings: Ellipse

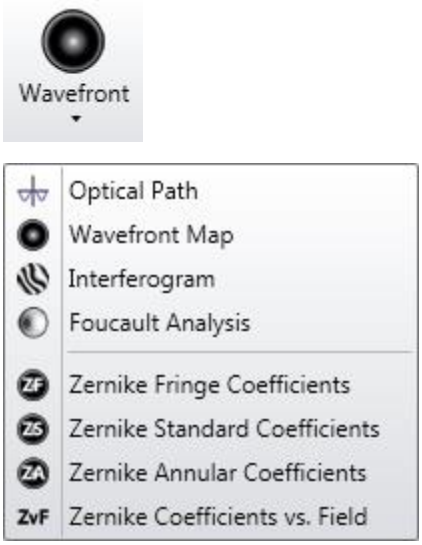


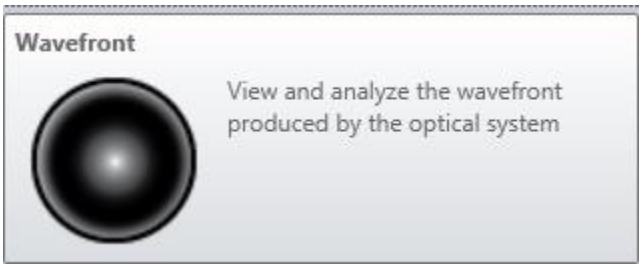
Field Normalization: Rectangular
Field Shape in settings: Rectangular





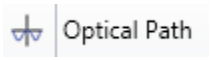
波前图

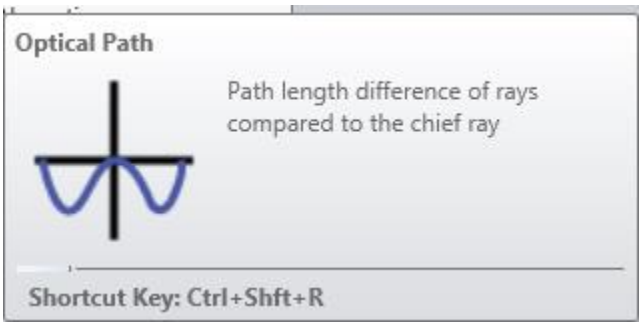




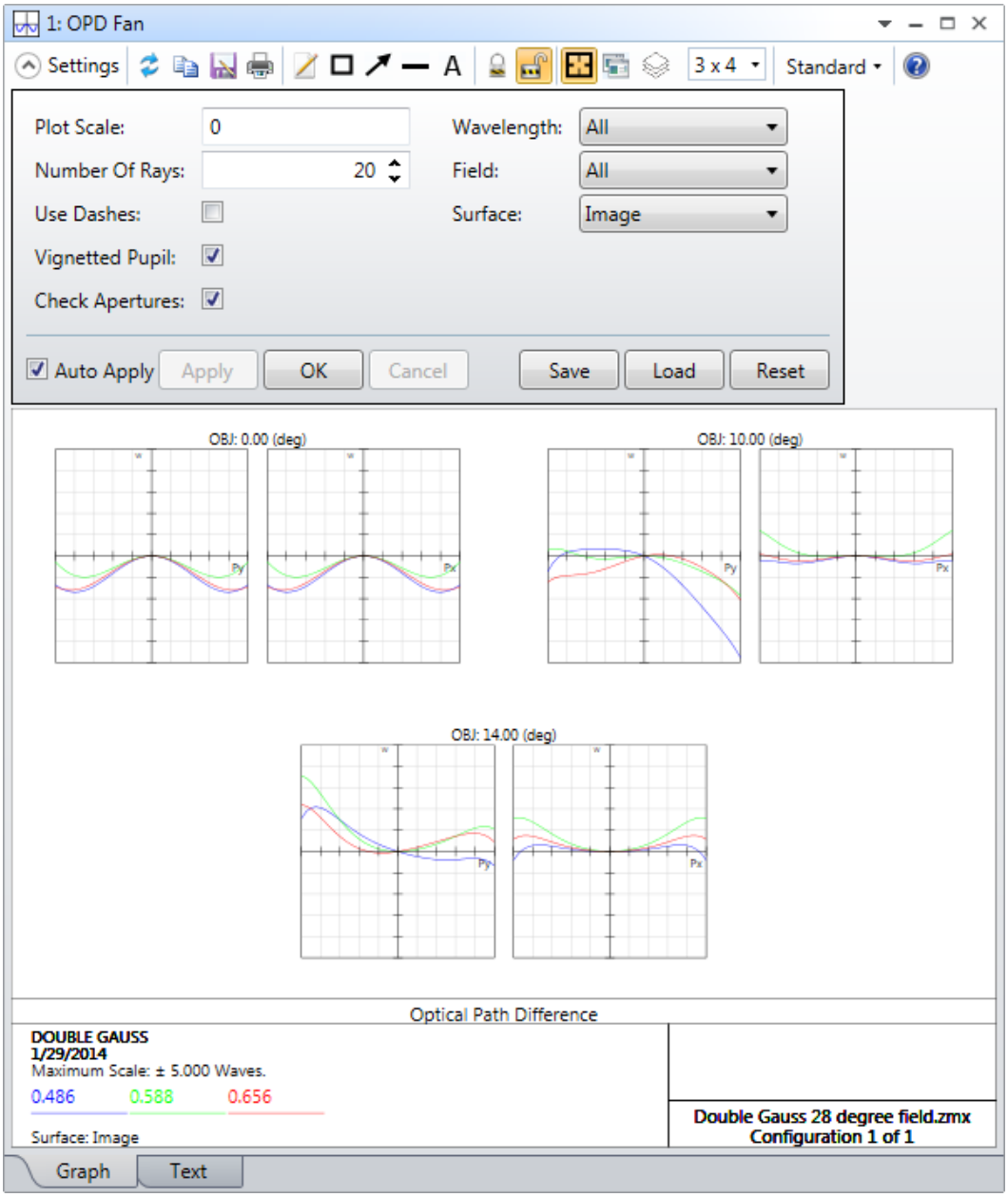
查看并分析由光学系统产生的波前

光程差图（波前）





显示随光瞳坐标变化的光程差。详见“光程差图”。



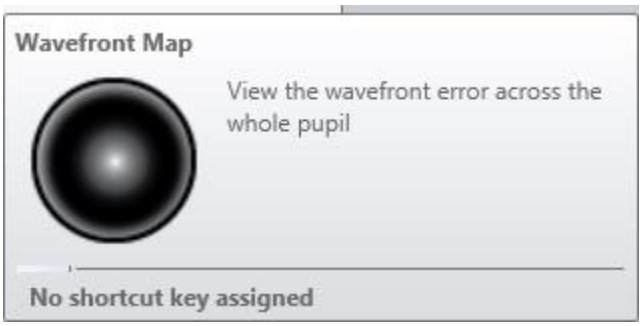
这些选项与光线像差扇形图的选项相同，不同的是“子午”和“弧矢”的唯一选项为光程差 (OPD)，因为光程差 (OPD) 是一种标量。

详述 垂直轴比例尺在图形底部给出。标绘的数据为光程差 (OPD)，它是光线的光程长度和主光线光程长度的差值。一般情况下，此计算也会回溯引用到系统出瞳位置处光程长度之间的差值。每个图形的水平比例尺都是归一化的入瞳坐标。

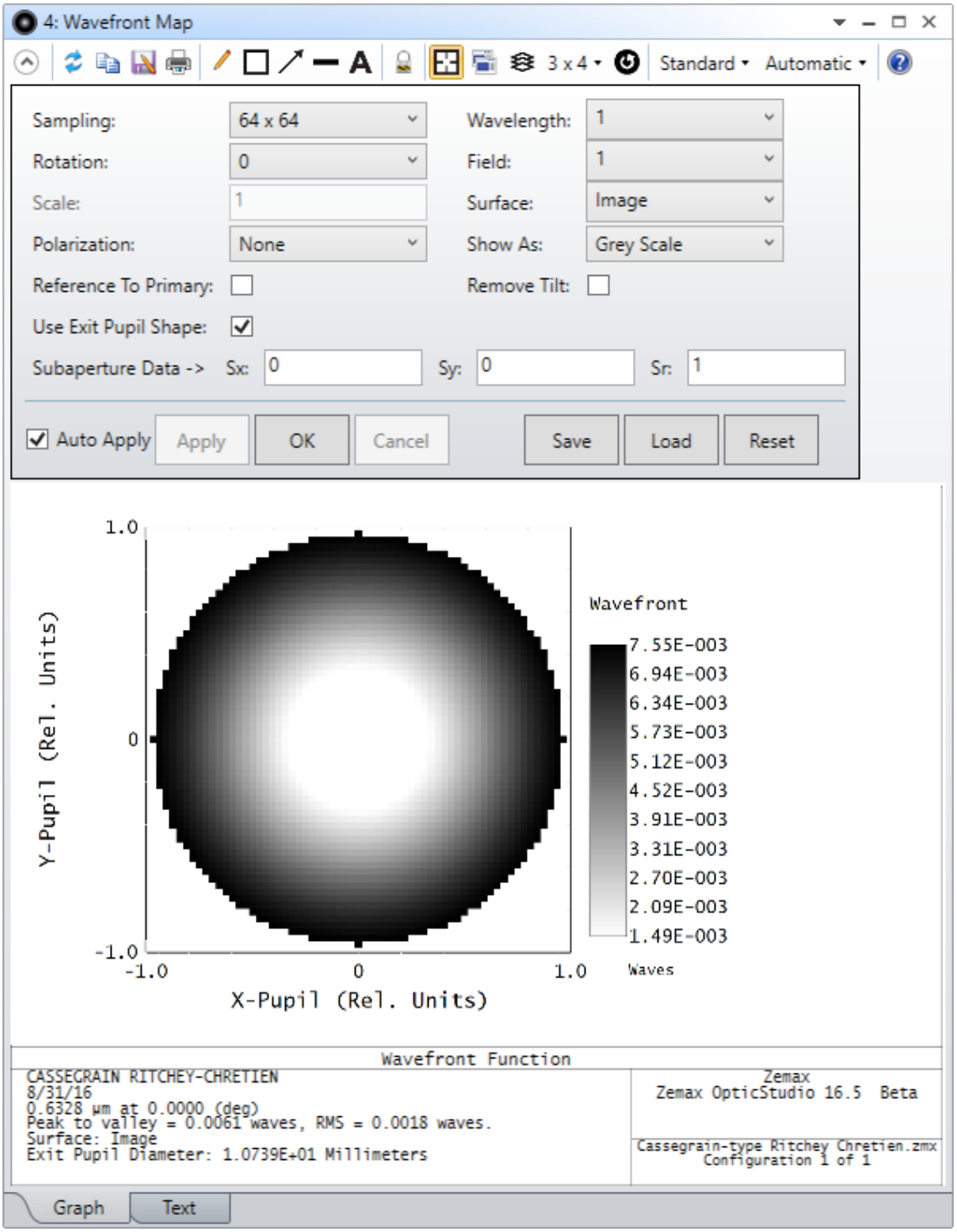
如果显示“所有”波长，那么基于参考球面和主光线的主波长将参考该图。如果是单色，则将使用选定波长的参考球面和主光线作为参照。因此，在单色和复色光显示之间切换时，非主波长的数据通常会发生变化。

波前图





显示光瞳上的波前差



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

旋转 旋转指定了表面图的旋转，为了便于查看；可为 0、90、180 或 270 度。

缩放 缩放的比例将覆盖程序为表面绘图自动设置的纵轴比例。缩放因子可大于 1 以便在垂直方向拉伸图形，或小于 1 以便压缩图形。

偏振 如果选择无，则忽略偏振。如果选择“Ex”、“Ey”或“Ez”，则由指定电场分量的偏振效应产生的相位会被添加在光程差中。如果偏振相位超过一个波长，则波前图可能会因为没有执行 “相位展开”而显示 2π 的突变。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

参考主光线 默认情况下，波前差参考计算使用波长的参考球面。如勾选此选项，则使用主波长下的参考球面。换言之，若选中此框，将使数据展示垂轴色差的效果。

使用出瞳形状 如勾选，光瞳的形状将失真，以显示从特定视场的像点观察到的出瞳的大概形状。该形状以光束在 X 和 Y 光瞳方向的 F/# 为依据。如果未选中此选框，无论出瞳实际上会出现何种程度的失真，图形都将按比例缩放至环形入瞳坐标。

显示为 选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

表面 选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

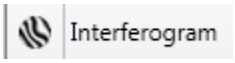
除去倾斜 如果选中，将从数据中除去线性 X 和 Y 倾斜。此选项与使光程差数据以质心为参考等效。

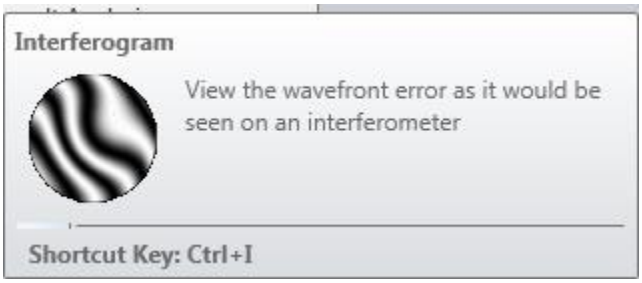
轮廓格式（选择显示为等高线时的）轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串”。

子孔径数据：Sx, Sy, Sr 定义为其计算波前数据的光瞳子孔径。请参阅“子孔径计算”，以了解详细信息。

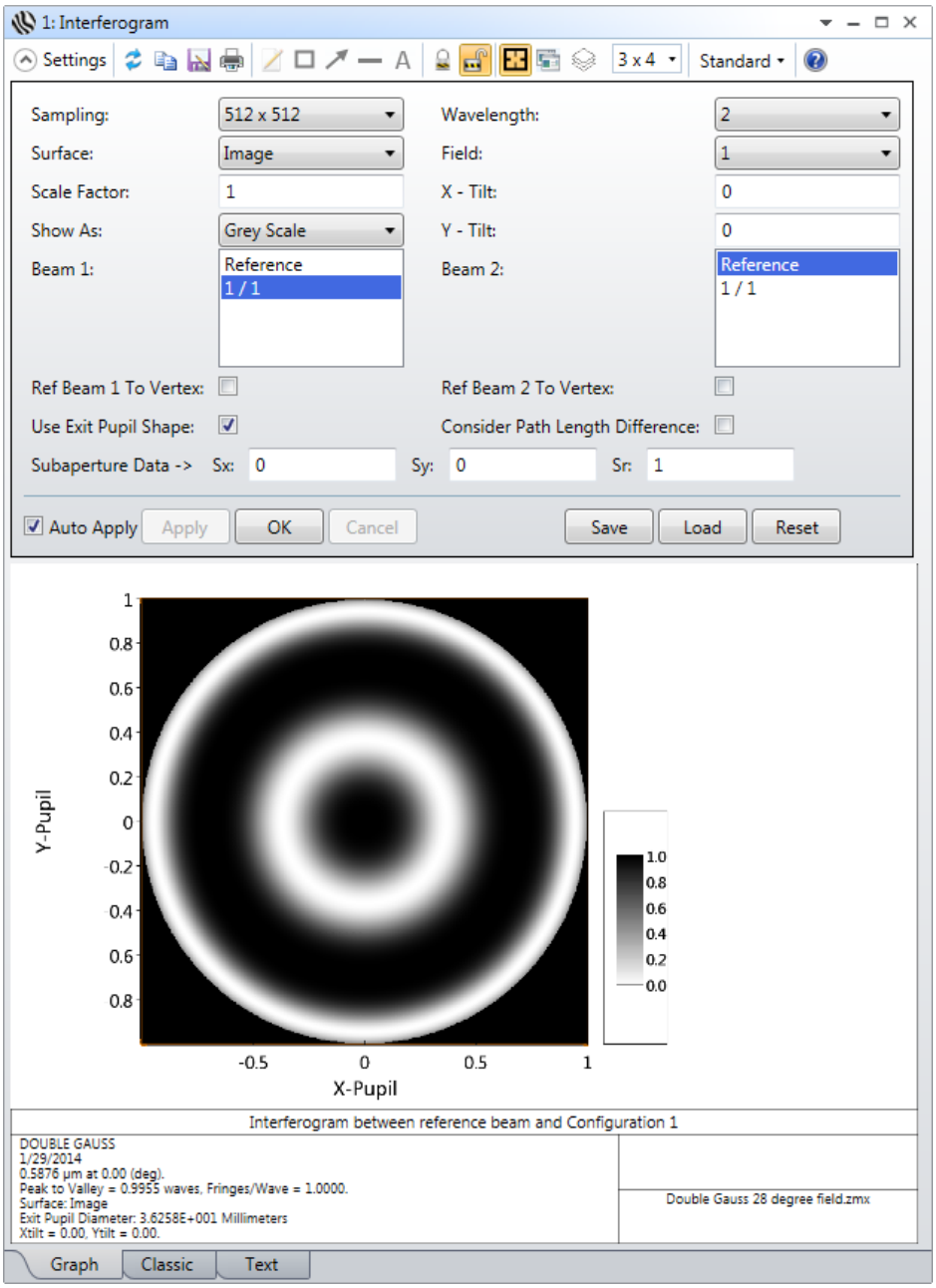
详述 另请参阅干涉图功能。有关 RMS 波前差的详细信息，请参阅“关于 RMS 波前计算的注解”

干涉图





生成并显示干涉图



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

表面 选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

缩放因子 决定光程差 (OPD)为一个波长的条纹数量。有利于对双通干涉仪建模（即对双通系统使用比例因子 2）。

显示为 选择等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

X 倾斜 使用缩放因子后，要在 x 方向添加的倾斜条纹数量。

Y 倾斜 使用缩放因子后，要在 y 方向添加的倾斜条纹数量。

光束 1 为干涉图选择第一条光束。请参阅“详述”。

光束 2 为干涉图选择第二条光束。请参阅“详述”。

参考光束到顶点 一般情况下，OpticStudio 会参考主光线的光程差，这实际上减去了波前相位中的倾斜。对于干涉仪，有时需要保留波前倾角。选中此选项将增加光束（基于主光线与像面顶点的偏差）的倾斜。此选项仅适用于其主光线与面顶点相当接近的视场位置，且前提是通过主光线偏差所描述的倾斜有效。仅当比例因子为 1.0 时，才能使用此功能。

使用出瞳形状 如果选中，光瞳的形状将失真，以显示从特定视场的像点观察时出瞳的大概形状。该形状以光束在 X 和 Y 光瞳方向的 F/# 为依据。如果未勾选此选框，无论出瞳实际上会出现何种程度的失真，图形都将按比例缩放至环形入瞳坐标。

如果光束 1 是“参考”光束，则使用光束 2 的所在结构确定光瞳形状，反之则使用光束 1 所在结构来确定。如果光束 1 和光束 2 都由不同结构定义，则使用光束 1 的形状，并且不会去判断这些光瞳的形状是否相同。如果两种结构的光瞳形状不同，则此功能不能准确预测干涉图。

考虑光程差 如果未勾选，则假设两束光的中心相位为零后计算干涉图，这将导致中心是“暗”条纹。不会尝试确定两条光束相对于彼此的相位。

如果勾选此选项，则会考虑每一结构光束中的主光线的总光程差。此设置将改变整个干涉图的相位，但不会改变条纹图样的形状。例如，如果光程差正好是波长的一半，则暗条纹将变为亮的，亮条纹将变为暗的。即使这些条纹不在像面中，也用到物面到像面的主光线的光程。仅当各个结构中条纹所在的平面距离各自结构的像面距离相同时，此假设才有效。如果选择参考光束而非某一结构中的光束，则假设参考光束的光程为零。

轮廓格式 轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串”。

子孔径数据：Sx, Sy, Sr 定义为其计算干涉图数据的光瞳子孔径。请参阅“子孔径计算”，以了解详细信息。

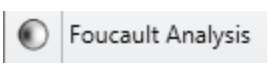
详述

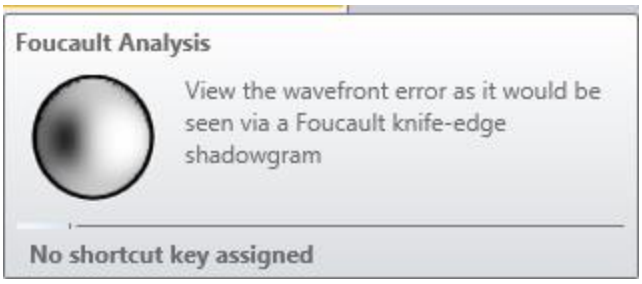
通过计算两张光瞳图（光束 1 和 2 各一张）实现此功能，两张图各对应于一束光线。两张光瞳图的相位（或光程差）相减，然后随 x 和 y 光瞳坐标变化选择加上某些线性相位以模拟倾斜条纹。每一光束可以是任一结构中计算的的光程差，也可以是光程差为零的“参考”光束。

通过使用两个结构的系统对两个光程建模可以模拟干涉仪，然后计算两个结果光束的干涉图即可。此方法的准确性受限于某些简化假设：

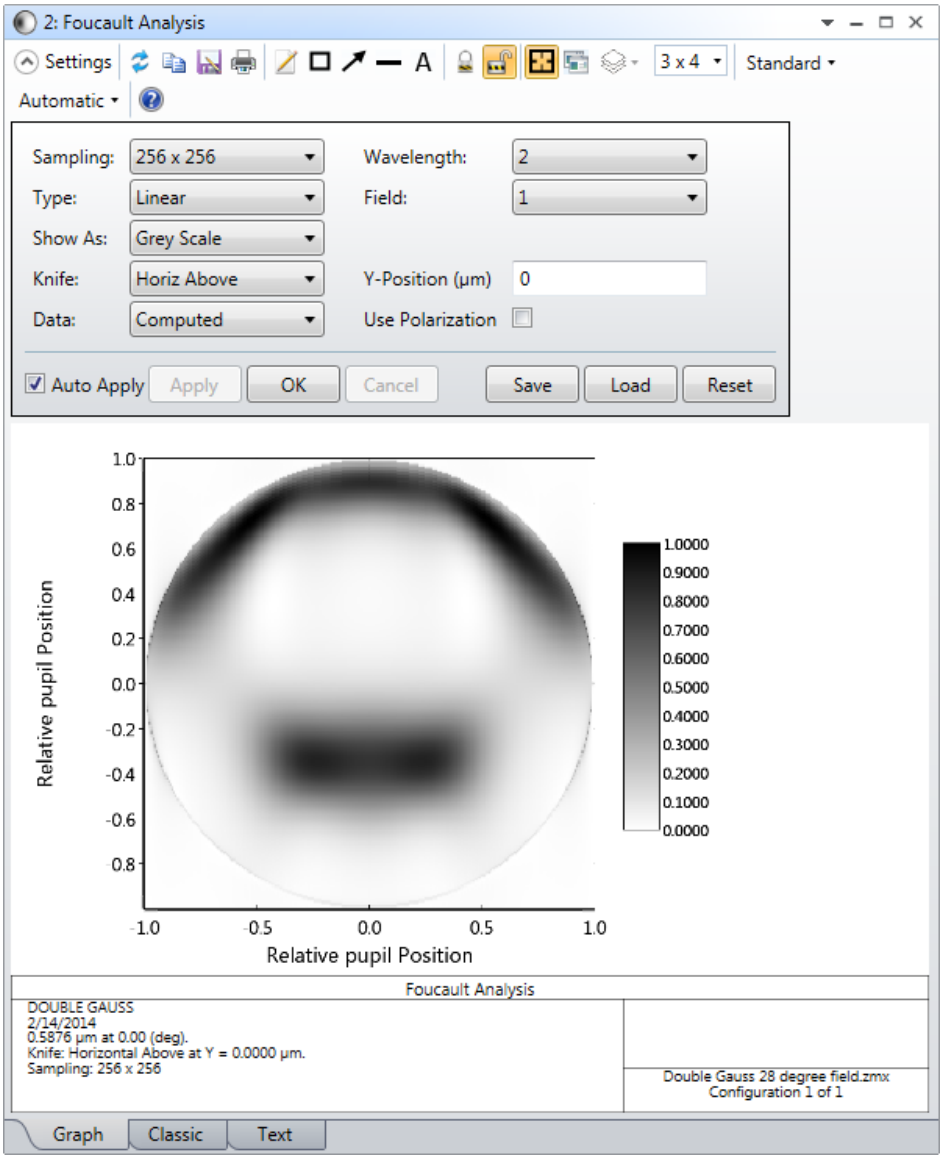
- 忽略两条光束之间的所有垂轴漂移或放大率差别，假设这些光瞳完全叠加在出瞳位置。
- 忽略所有透射率差值；假设光瞳任一点的两个光程差值强度相等，相位可以相减以生成净相位差。

傅科（Foucault）分析（波前）





生成并显示傅科刀口阴影图



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

类型 选择“线性”或“对数”数据显示类型。

显示为 选择“表面”、“等高线”、“灰度”、“伪色图”或“截面图”作为显示选项。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

行/列 在为“显示为”选择“截面图”后，此控件可定义要显示的行数或列数。

刀口 选择“水平线上”、“水平线下”、“垂直向左”或“垂直向右”。“垂直向左”刀口可阻挡刀口位置坐标左侧焦点附近的所有光线；即朝向负 x 坐标方向。“垂直向右”刀口可阻挡刀口位置右侧的所有光线。“水平线上”刀口可阻挡刀口位置上方的所有光线，“水平线下”刀口可阻挡刀口位置下方的所有光线。左、右、上、下是指像面局部坐标系的 -x、+x、+y 和 -y 方向。

位置 刀口相对于主光线的位置（以微米为单位）。根据选择的是 X 还是 Y 刀口，假设坐标是 X 还是 Y 坐标。

数据 可以选择计算的阴影图、参考阴影图或两者数据差。有关详细信息，请参阅“详述”。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

参考 位图参考图像文件的名称。

偏心 X/Y 参考阴影图像相对于计算阴影图像的 X 或 Y 偏心。单位与参考阴影图像全宽或全高有关。例如，若“X 偏心”为 0.25，则参考图像将相对于计算图像漂移参考图像全宽的 25%。

X/Y 缩放 参考阴影图像像素相对于计算阴影图像像素之间的 X 或 Y 缩放系数。

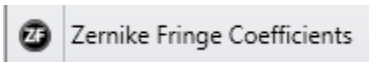
详述

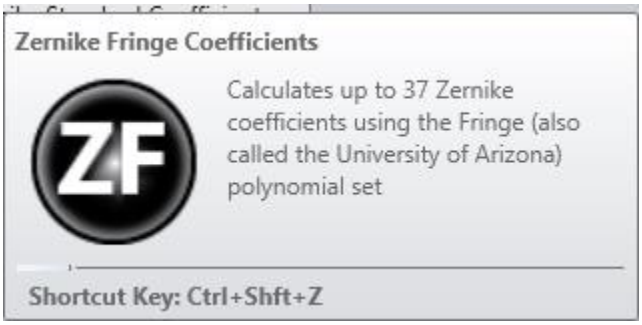
此功能可模拟在像面上放置 X 或 Y 方向的刀口边缘；然后计算渐晕光束传播回近场后的结果阴影图。计算方法包括在焦平面处对基于衍射的复振幅 PSF 进行 FFT 计算；然后通过模拟刀口将一部分复振幅渐晕，并将其余的复振幅传播回近场。这样计算的阴影图在此功能中被称为“计算”阴影图。

此功能还允许导入位图文件作为参考或已测量的阴影图。可以显示参考阴影图以便检查方向。

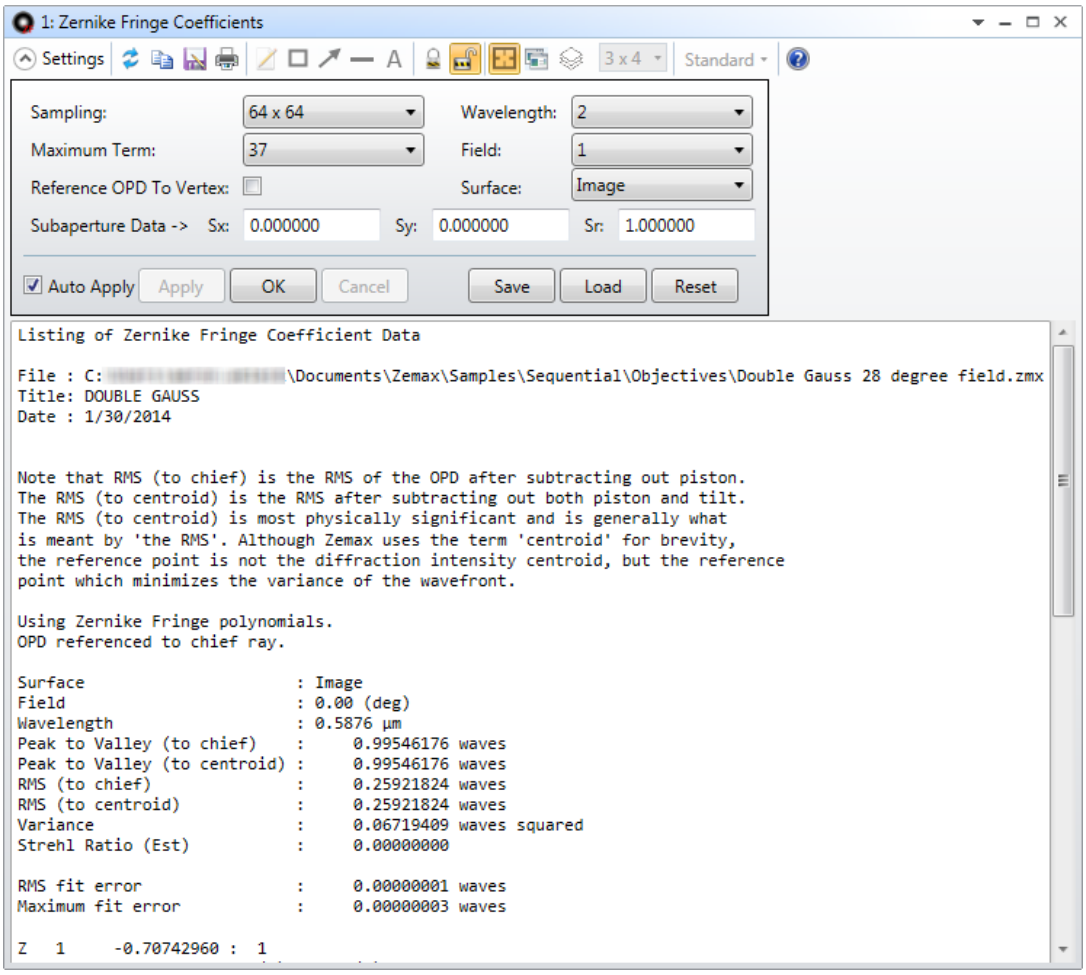
可以显示计算阴影图和参考阴影图之间的差异。OpticStudio 计算两者之间的 RMS 差值，并且此 RMS 差值可以 使用 FOUC 操作数进行优化，如“优化”一章所述。若优化 RMS 差值，可对产生测量阴影图的光束中的像差进行量化。在计算两者之间的数据差时，必须同时指定这两个图像正确重叠。x/y 偏心 和 x/y 缩放控件可用于指定这两个图像。

Zernike Fringe 系数





使用 Fringe 多项式（又称为“University of Arizona”多项式）计算 Zernike 系数。



采样 指定用于计算系数拟合的光瞳网格采样密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

最大项 指定要计算的最大 Zernike 系数。可指定的最高项数为 37 项。

波长 计算中使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

参考 OPD 到顶点 一般情况下，OpticStudio 会参考主光线计算光程差，这实际上减去了波前相位中的倾斜。对于干涉仪，有时需要保留波前倾斜。选中此选项会将倾斜（基于主光线与像面顶点的偏差）加入到光束中。此选项仅适用于其主光线与表面顶点相当接近的视场位置，且前提是通过主光线偏差所描述的倾斜有效。

表面　　选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

子孔径数据：Sx, Sy, Sr 定义为其计算 Zernike 数据的光瞳子孔径。请参阅“子孔径计算”，以了解详细信息。

详述

此功能可显示单独的 Zernike 系数以及峰谷值、RMS、方差、斯特列尔比、RMS 拟合残差和最大拟合误差。

在参考平均值时，波前差的 RMS 值 σ 可定义为

$$\sigma^2 = \overline{W^2} - \bar{W}^2$$

其中 W 是波前差，

$$\overline{W^2}$$

是均方差，以及

$$\bar{W}$$

是平均波前差。RMS 实际可以使用多种不同的方式来计算。如果忽略平均波前项，则 RMS“参考零”结果。此计算可直接得到

$$\overline{W^2}$$

的平方根，但很少使用。

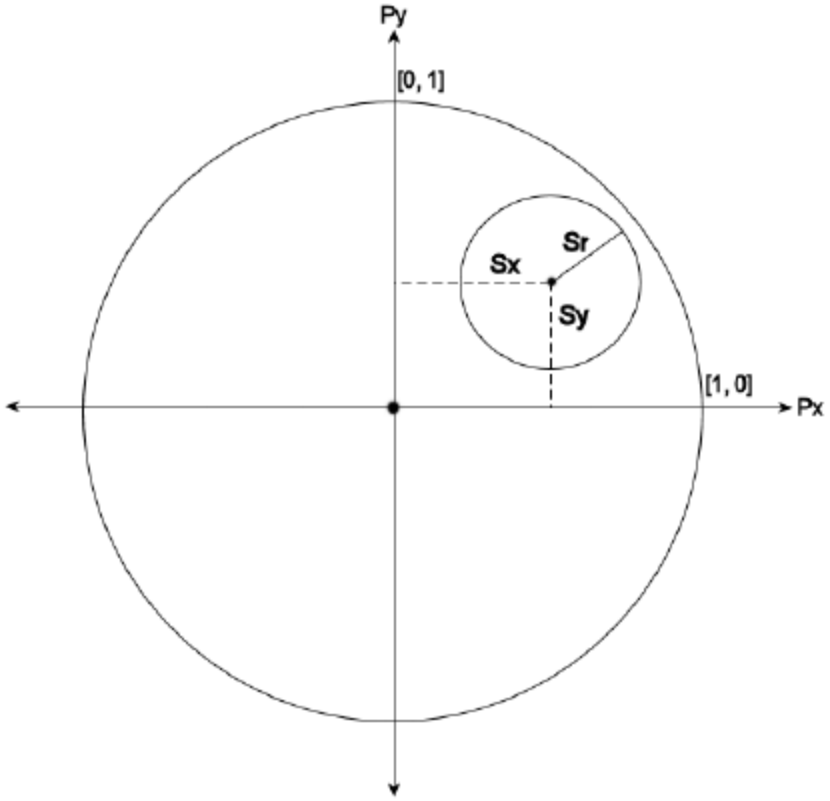
如果从所有波前相位值中减去平均波前值（绝对相位参考没有物理意义），则 RMS“参考平均值”。

通常，RMS 将进一步参考可最小化 RMS 的倾斜和偏移的参考球面。这相当于不仅减去平均值（即 piston 项），还减去 x 和 y 平均倾斜。这是有道理的，因为倾斜会使衍射图像质心位置偏移，但不会对像质产生任何影响。为了简便，OpticStudio 将此参考点称为“质心”，但该参考点通常只是接近衍射图像质心位置，而不是完全在此位置上。大多数时候，RMS 被视为参考质心的 RMS 平均值，始终是三个数中（指参考零、参考平均值和参考质心）的最小值。

Zernike RMS 计算所使用的 W 值是通过计算每条光线与参考球面交点的相位测量到的“原始”光程差值。参考球面以主光线与像面的交点为中心，其半径等于“出瞳位置”长度（参阅“出瞳位置”）。此方法不考虑参考球面中心位置因慧差改变所造成的细微影响。因此，基于 Zernike 的参考质心的 RMS 波前结果可能与 RMS 分析功能的计算结果略有不同；有关更多信息，请参阅“关于 RMS 波前计算的注解”。

子孔径计算

默认情况下，将为整个光瞳确定 Zernike 多项式。子孔径值 Sx、Sy 和 Sr 允许仅根据光瞳的圆形子孔径部分计算 Zernike 数据。子孔径是归一化半径为 Sr 的圆形区域，与完整光瞳中心的偏离由归一化坐标 Sx 和 Sy 决定。



三个子孔径数据值（Sx、Sy 和 Sr）都是相对于完整归一化光瞳单位圆的无量纲参数。通过以下公式可提供全孔径和子孔径归一化光瞳坐标之间的转换：

$$P_x = S_x + S_r \times F_x$$

以及

$$P_y = S_y + S_r \times F_y$$

其中 Fx 和 Fy 表示子孔径坐标，Px 和 Py 表示全孔径坐标。

斯特列尔比近似公式

通过以下近似公式使用参考质心的 RMS 来计算斯特列尔比：

$$S = e^{-(2\pi\sigma)^2}$$

此近似公式对所得斯特列尔比超过 0.10 的单色计算有效。

此功能最多可计算 37 项 Zernike 项。所使用的特定 Zernike 项不是标准正交项，而是光瞳边缘有统一大小的归一化项。去掉了展开式中的某些高阶项降低总项数，被选择保留的剩余项可支持高阶特殊像差的准确拟合。此组特定 Zernike 多项式有时被称为“Fringe”或“University of Arizona”表示法。更正式更通用的多项式集是“标准”表示法，有时被称为“Born & Wolf”或类似的“Noll”表示法，在“Zernike Standard 系数”功能中介绍了此表示法。

下表定义了 Zernike Fringe 多项式。角度 φ 是从局部 +x 轴开始按逆时针方向测量的角度。径向坐标是归一化的无量纲参数 ρ。

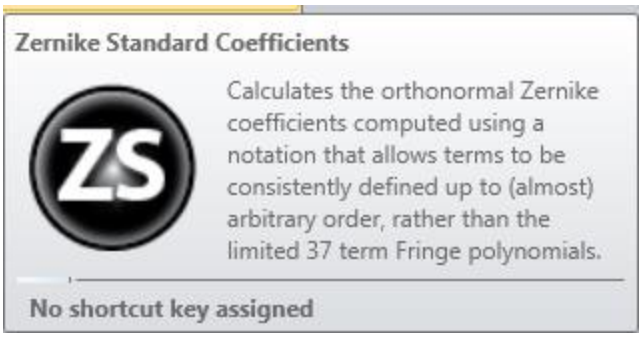
ZERNIKE FRINGE 多项式

项	$Z(\rho,\varphi)$
1	1
2	$\rho\cos\varphi$
3	$\rho\sin\varphi$
4	$2\rho^2-1$
5	$\rho^2\cos 2\varphi$
6	$\rho^2\sin 2\varphi$
7	$(3\rho^2-2)\rho\cos\varphi$
8	$(3\rho^2-2)\rho\sin\varphi$
9	$6\rho^4-6\rho^2+1$
10	$\rho^3\cos 3\varphi$
11	$\rho^3\sin 3\varphi$
12	$(4\rho^2-3)\rho^2\cos 2\varphi$
13	$(4\rho^2-3)\rho^2\sin 2\varphi$
14	$(10\rho^4-12\rho^2+3)\rho\cos\varphi$
15	$(10\rho^4-12\rho^2+3)\rho\sin\varphi$
16	$20\rho^6-30\rho^4+12\rho^2-1$
17	$\rho^4\cos 4\varphi$
18	$\rho^4\sin 4\varphi$
19	$(5\rho^2-4)\rho^3\cos 3\varphi$
20	$(5\rho^2-4)\rho^3\sin 3\varphi$
21	$(15\rho^4-20\rho^2+6)\rho^2\cos 2\varphi$

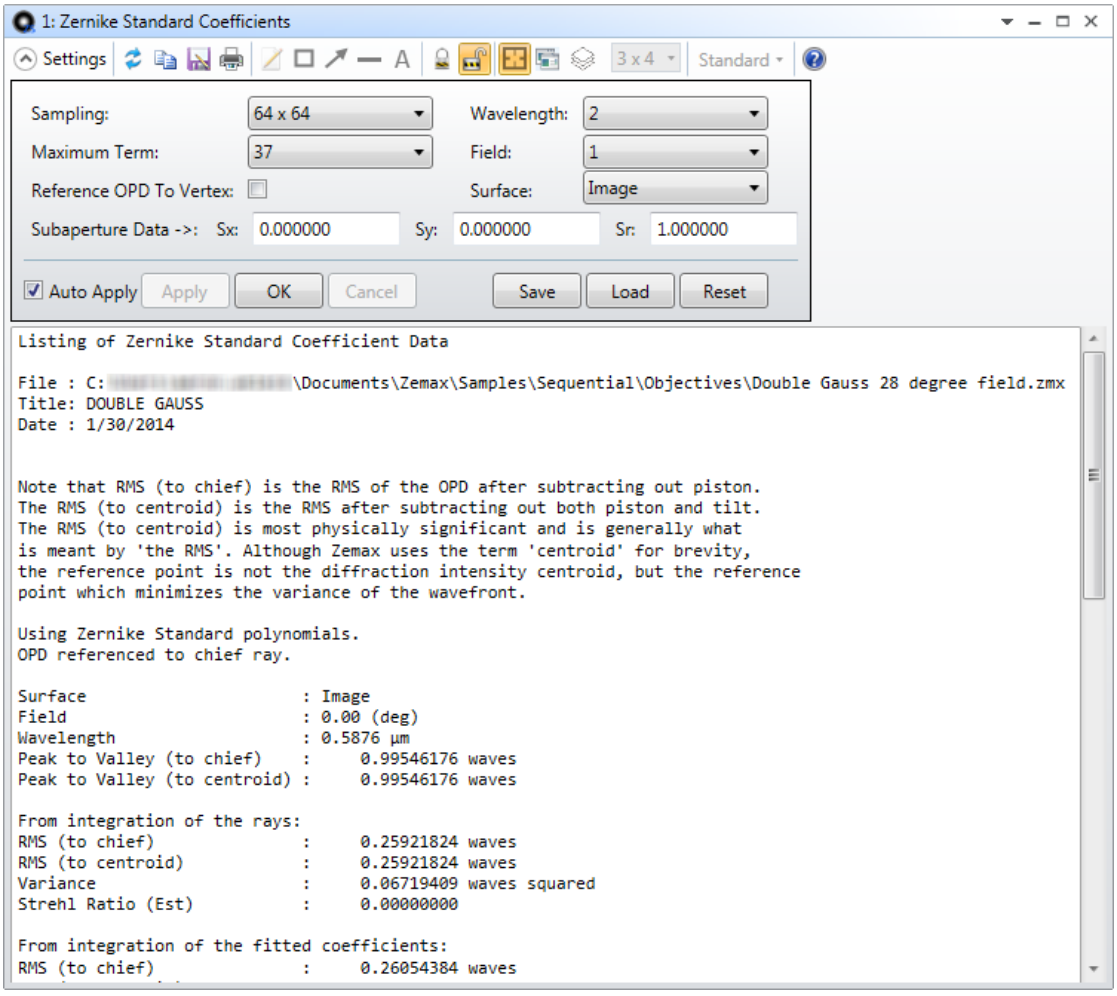
项	Z(ρ, φ)
22	$(15\rho^4 - 20\rho^2 + 6)\rho^2 \sin 2\varphi$
23	$(35\rho^6 - 60\rho^4 + 30\rho^2 - 4)\rho \cos\varphi$
24	$(35\rho^6 - 60\rho^4 + 30\rho^2 - 4)\rho \sin\varphi$
25	$70\rho^8 - 140\rho^6 + 90\rho^4 - 20\rho^2 + 1$
26	$\rho^5 \cos 5\varphi$
27	$\rho^5 \sin 5\varphi$
28	$(6\rho^2 - 5)\rho^4 \cos 4\varphi$
29	$(6\rho^2 - 5)\rho^4 \sin 4\varphi$
30	$(21\rho^4 - 30\rho^2 + 10)\rho^3 \cos 3\varphi$
31	$(21\rho^4 - 30\rho^2 + 10)\rho^3 \sin 3\varphi$
32	$(56\rho^6 - 105\rho^4 + 60\rho^2 - 10)\rho^2 \cos 2\varphi$
33	$(56\rho^6 - 105\rho^4 + 60\rho^2 - 10)\rho^2 \sin 2\varphi$
34	$(126\rho^8 - 280\rho^6 + 210\rho^4 - 60\rho^2 + 5)\rho \cos\varphi$
35	$(126\rho^8 - 280\rho^6 + 210\rho^4 - 60\rho^2 + 5)\rho \sin\varphi$
36	$252\rho^{10} - 630\rho^8 + 560\rho^6 - 210\rho^4 + 30\rho^2 - 1$
37	$924\rho^{12} - 2772\rho^{10} + 3150\rho^8 - 1680\rho^6 + 420\rho^4 - 42\rho^2 + 1$

Zernike Standard 系数

Zernike Standard Coefficients



使用以下文章中所定义的表示法计算正交归一的 Zernike 系数：R. Noll 编写的"Zernike polynomials and atmospheric turbulence", J. Opt. Soc. Am., Vol. 66, No. 3, p207 (1976)。此表示法允许将项数统一定义为任意阶项数，而非有限的 37 项 Fringe 多项式。



采样 指定用于系数拟合的光瞳网格采样密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

最大项 指定要计算的最大 Zernike 系数项。最大可指定的项数为 231 项。

波长 计算中使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

参考 OPD 到顶点 一般情况下，OpticStudio 会参考主光线计算光程差，这实际上减去了波前相位中的倾斜。对于干涉仪，有时需要保留波前倾斜。选中此选项会将倾斜（基于主光线与像面顶点的偏差）加入到光束中。此选项仅适用于其主光线与表面顶点相当接近的视场位置，且前提是通过主光线偏差所描述的倾斜有效。

表面 选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

子孔径数据：Sx, Sy, Sr 定义为其计算 Zernike 数据的光瞳子孔径。请参阅“子孔径计算”，以了解详细信息。

详述

此功能与“Zernike Fringe 系数”功能相似，但使用的编号方案略有不同，展开式中提供了更多用于拟合的项数，这些数据项是正交归一化项，不能跳过任一项。有关某些重要的详细信息，请参阅“Zernike Fringe 系数”的说明。

Zernike 多项式最通用的表示方式是使用以下结构

$$R_n^m(\rho)e^{im\theta} = \begin{cases} R_n^m(\rho)\cos m\theta \\ R_n^m(\rho)\sin m\theta \end{cases}$$

多项式的径向部分根据两个指数 n 和 m 进行定义。指数 n 定义径向幂次的阶数；若 n 的值为 5，则表示最大径向幂次为 5 的所有多项式。仅在选择 n 后才允许使用 m 的某些值；n + m 必须是偶数，并且 $0 \le m \le n$。有关 Zernike 标准多项式的详细信息，请参阅第 1 章中引用的 Born & Wolf 编写的“Principles of Optics”（《光学原理》）或上述 Noll 引用内容。这些数据项都是标准正交项，因此各项系数的大小是各项的 RMS 贡献值。

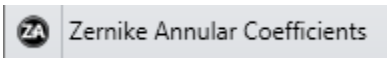
此功能在拟合系数旁列出了公式；整个表有 231 项，因过长没有完整提供。下面提供前 28 项。角度 φ 是从局部 +x 轴开始按逆时针方向测量的角度。径向坐标是归一化的无量纲参数 ρ。

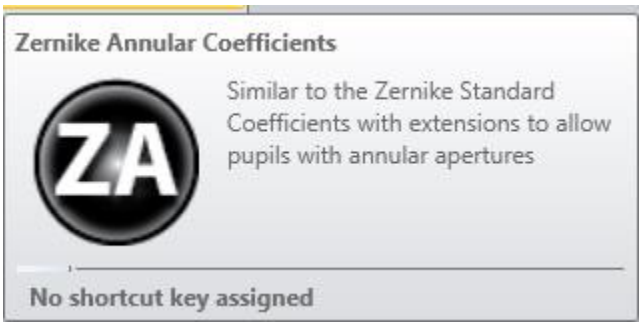
ZERNIKE STANDARD 多项式

项	$\boldsymbol{Z(\rho,\varphi)}$
1	1
2	$\sqrt{4}\,\rho\cos\varphi$
3	$\sqrt{4}\,\rho\sin\varphi$
4	$\sqrt{3}\,(2\rho^2-1)$
5	$\sqrt{6}\,(\rho^2\,\sin 2\varphi)$
6	$\sqrt{6}\,(\rho^2\,\cos 2\varphi)$
7	$\sqrt{8}\,(3\rho^3-2\rho)\sin\varphi$
8	$\sqrt{8}\,(3\rho^3-2\rho)\cos\varphi$
9	$\sqrt{8}\,\rho^3\sin 3\varphi$
10	$\sqrt{8}\,\rho^3\cos 3\varphi$
11	$\sqrt{5}\,(6\rho^4-6\rho^2+1)$
12	$\sqrt{10}\,(4\rho^4-3\rho^2)\cos 2\varphi$
13	$\sqrt{10}\,(4\rho^4-3\rho^2)\sin 2\varphi$
14	$\sqrt{10}\,\rho^4\cos 4\varphi$
15	$\sqrt{10}\,\rho^4\sin 4\varphi$
16	$\sqrt{12}\,(10\rho^5-12\rho^3+3\rho)\cos\varphi$
17	$\sqrt{12}\,(10\rho^5-12\rho^3+3\rho)\sin\varphi$
18	$\sqrt{12}\,(5\rho^5-4\rho^3)\cos 3\varphi$
19	$\sqrt{12}\,(5\rho^5-4\rho^3)\sin 3\varphi$
20	$\sqrt{12}\,\rho^5\cos 5\varphi$
21	$\sqrt{12}\,\rho^5\sin 5\varphi$
22	$\sqrt{7}\,(20\rho^6-30\rho^4+12\rho^2-1)$

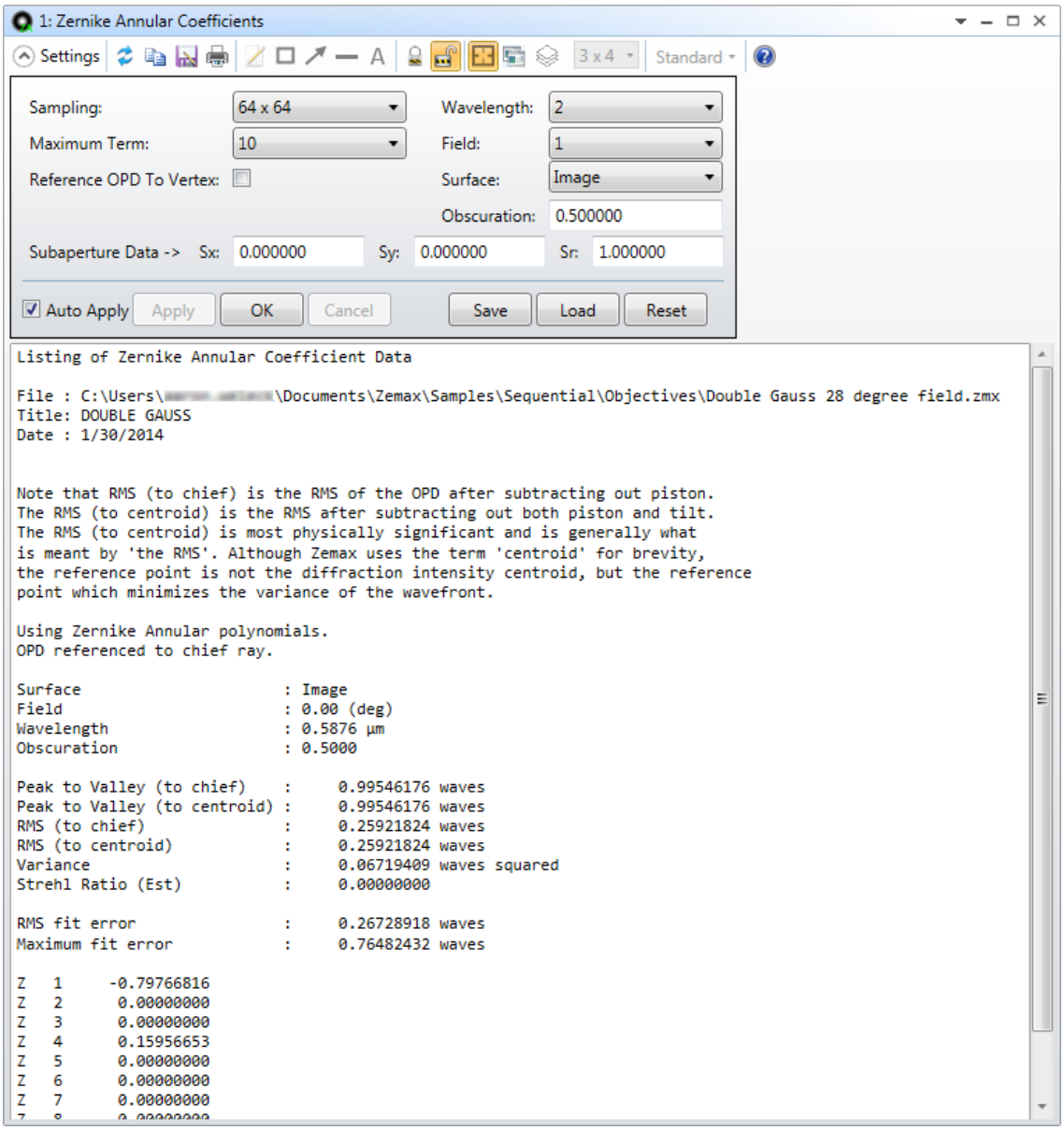
23	$\sqrt{14}\,(15\rho^6 - 20\rho^4 + 6\rho^2)\sin 2\varphi$
24	$\sqrt{14}\,(15\rho^6 - 20\rho^4 + 6\rho^2)\cos 2\varphi$
25	$\sqrt{14}\,(6\rho^6 - 5\rho^4)\sin 4\varphi$
26	$\sqrt{14}\,(6\rho^6 - 5\rho^4)\cos 4\varphi$
27	$\sqrt{14}\,\rho^6 \sin 6\varphi$
28	$\sqrt{14}\,\rho^6 \cos 6\varphi$

Zernike Annular 系数





使用以下文章中所定义的表示法计算正交归一的 Zernike 系数：R. Noll 编写的"Zernike polynomials and atmospheric turbulence", J. Opt. Soc. Am., Vol. 66, No. 3, p207 (1976)；光瞳为环形光瞳，有关说明，请参阅 V. N. Mahajan 编写的 "Zernike annular polynomials for imaging systems with annular pupils", J. Opt. Soc. Am., Vol. 71, No. 1, p75 (1981) 。感谢 UK Astronomy Technology Centre 的 Brett Patterson 帮助我们开发此功能。



采样 指定用于系数拟合的光瞳网格采样密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

最大项 指定要计算的最大 Zernike 系数。最大可指定 231 项。

波长 计算中使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

参考 OPD 到顶点 一般情况下，OpticStudio 会参考主光线计算光程差，这实际上减去了波前相位中的倾斜。对于干涉仪，有时需要保留波前倾斜。选中此选项会将倾斜（基于主光线与像面顶点的偏差）加入到光束中。此选项仅适用于其主光线与表面顶点相当接近的视场位置，且前提是通过主光线偏差所描述的倾斜有效。

遮阑 环形光瞳的遮阑比例 ε。

表面 选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

子孔径数据：Sx, Sy, Sr 定义为其计算 Zernike 数据的光瞳子孔径。请参阅“子孔径计算”，以了解详细信息。

详述

此功能与“Zernike Standard 系数”功能相似，不同的是光瞳可以是环形而非圆形。有关重要信息，请参阅该详述以及上面的引文。光瞳的环形性质是参数 ε 定义的，公式是

$$\varepsilon = \frac{R_{内}}{R_{外}}$$

其中 $R_{内}$ 和 $R_{外}$ 是环形光瞳的内半径和外半径。当 ε 为零时，环面是圆形，Annular 和 Standard Zernike 多项式相同。当 ε 大于零时，Annular Zernike 多项式与 Standard Zernike 多项式不同。仅当拟合 Annular 多项式并忽略环形区域外的非渐晕波前光线时，OpticStudio 才追迹环形区域中的光线。

Annular 多项式通常过于复杂，没有列到文本输出窗口中，此处列出了前 22 项。角度 φ 是从局部 +x 轴开始按逆时针方向测量的角度。径向坐标是归一化的无量纲参数 ρ。

ZERNIKE ANNULAR 多项式

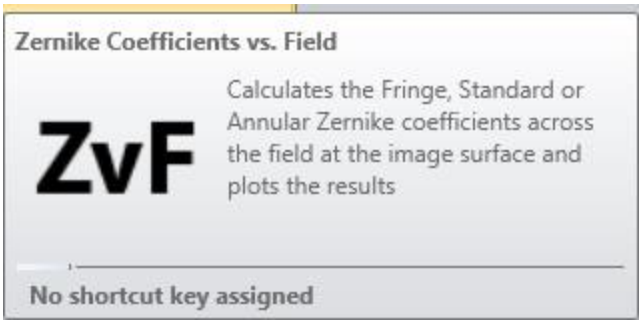
项	$Z(\rho,\varphi,\epsilon)$
1	1
2	$\frac{2\rho\ \cos\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2}}$

3	$\frac{2\rho\ \sin\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2}}$
4	$\frac{\sqrt{3}\left(1+\epsilon^2-2\rho^2\right)}{\epsilon^2-1}$
5	$\frac{\sqrt{6}\,\rho^2\ \sin 2\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4}}$
6	$\frac{\sqrt{6}\,\rho^2\ \cos 2\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4}}$
7	$\frac{2\sqrt{2}\,\rho\,(-2-2\epsilon^4+3\rho^2+\epsilon^2(-2+3\rho^2))\sin\varphi}{\sqrt{(\epsilon^2-1)^2(1+\epsilon^2)(1+4\epsilon^2+\epsilon^4)}}$
8	$\frac{2\sqrt{2}\,\rho^3(-2-2\epsilon^4+3\rho^2+\epsilon^2(-2+3\rho^2))\cos\varphi}{\sqrt{(\epsilon^2-1)^2(1+\epsilon^2)(1+4\epsilon^2+\epsilon^4)}}$
9	$\frac{2\sqrt{2}\,\rho^3\sin 3\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6}}$
10	$\frac{2\sqrt{2}\,\rho^3\cos 3\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6}}$
11	$\frac{\sqrt{5}\,(1+\epsilon^4-6\rho^2+6\rho^4+\epsilon^2(4-6\rho^2))}{(\epsilon^2-1)^2}$
12	$\frac{\sqrt{10}\,\sqrt{\frac{(\epsilon^2-1)^4\,(1+\epsilon^2+\epsilon^4)}{1+4\epsilon^2+10\epsilon^4+4\epsilon^6+\epsilon^8}}\,\rho^2\left(3+3\epsilon^6-4\rho^2+\epsilon^2\left(3-4\rho^2\right)+\epsilon^4\left(3-4\rho^2\right)\right)\cos 2\varphi}{(\epsilon^2-1)^3(1+\epsilon^2+\epsilon^4)}$
13	$\frac{\sqrt{10}\,\sqrt{\frac{(\epsilon^2-1)^4\,(1+\epsilon^2+\epsilon^4)}{1+4\epsilon^2+10\epsilon^4+4\epsilon^6+\epsilon^8}}\,\rho^2\left(3+3\epsilon^6-4\rho^2+\epsilon^2\left(3-4\rho^2\right)+\epsilon^4\left(3-4\rho^2\right)\right)\sin 2\varphi}{(\epsilon^2-1)^3(1+\epsilon^2+\epsilon^4)}$
14	$\frac{\sqrt{10}\,\rho^4\cos 4\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6+\epsilon^8}}$
15	$\frac{\sqrt{10}\,\rho^4\sin 4\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6+\epsilon^8}}$
16	$\frac{-2\sqrt{3}\,(E)(Q)\,\rho\cos\varphi}{(\epsilon^2-1)^3(1+4\epsilon^2+\epsilon^4)}$，其中 $E=\sqrt{\frac{(\epsilon^2-1)^2(1+4\epsilon^2+\epsilon^4)}{1+9\epsilon^2+9\epsilon^4+\epsilon^6}}$，和 $Q=3+3\epsilon^8-12\rho^2+10\rho^4-12\epsilon^6(\rho^2-1)+2\epsilon^4(15-24\rho^2+5\rho^4)\ +4\epsilon^2(3-12\rho^2+10\rho^4)$。
17	$\frac{-2\sqrt{3}\,(E)(Q)\,\rho\sin\varphi}{(\epsilon^2-1)^3(1+4\epsilon^2+\epsilon^4)}$，其中 E 和 Q 是在上面第 16 项中定义的。

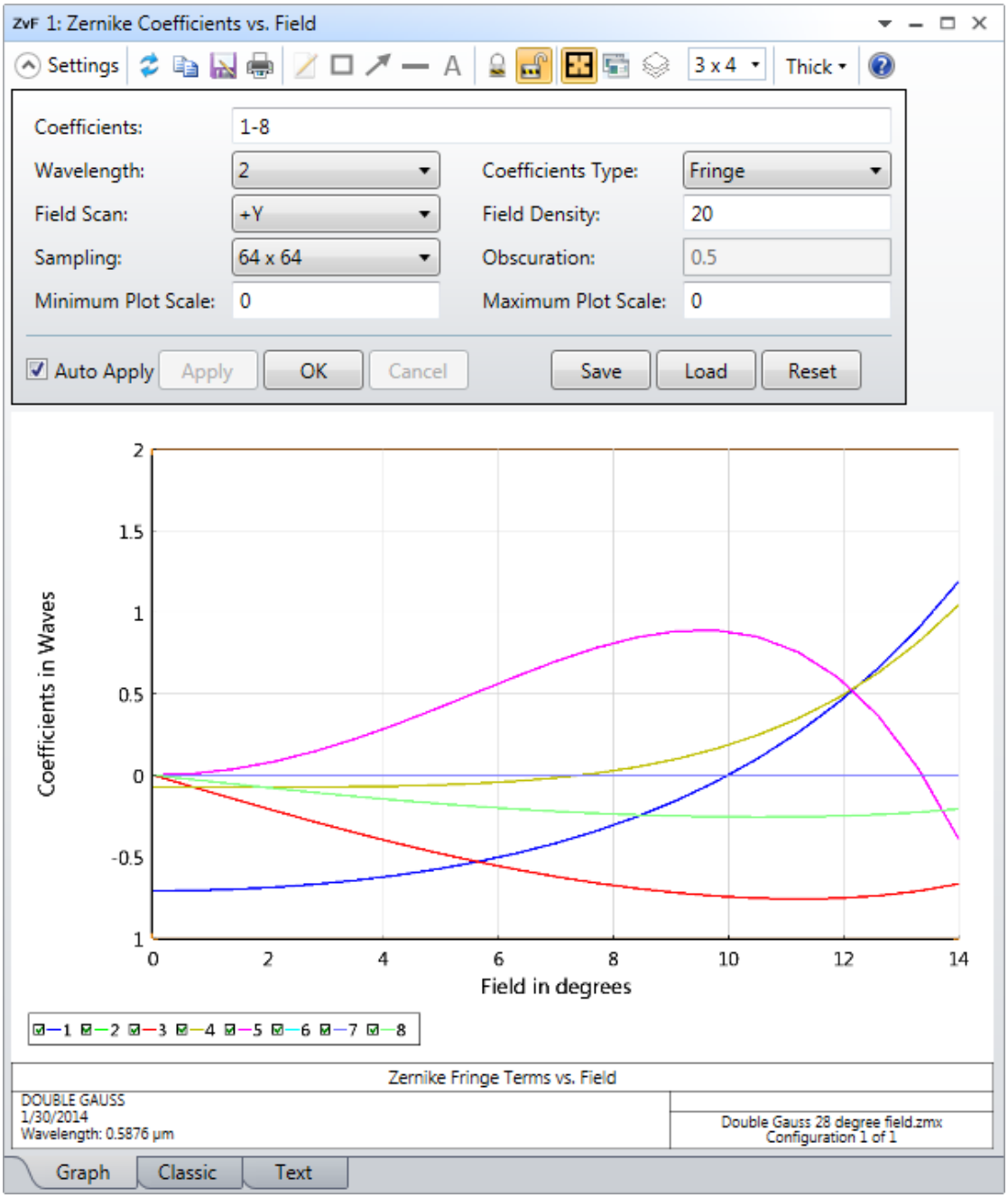
18	$\frac{-2\sqrt{3}\,(E)(Q)\,\rho^3\cos 3\varphi}{(\epsilon^2-1)^4(1+\epsilon^2)(1+\epsilon^4)}$，其中 $E=\sqrt{\frac{(\epsilon^2-1)^6(1+\epsilon^2)(1+\epsilon^4)}{1+4\epsilon^2+10\epsilon^4+20\epsilon^6+10\epsilon^8+4\epsilon^{10}+\epsilon^{12}}}$，和 $Q=4+4\epsilon^8-5\rho^2+\epsilon^2(4-5\rho^2)+\epsilon^4(4-5\rho^2)+\epsilon^6(4-5\rho^2)$ 。
19	$\frac{-2\sqrt{3}\,(E)(Q)\,\rho^3\sin 3\varphi}{(\epsilon^2-1)^4(1+\epsilon^2)(1+\epsilon^4)}$，其中 E 和 Q 是在上面第 18 项中定义的。
20	$\frac{3\sqrt{3}\,\rho^5\cos 5\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6+\epsilon^8+\epsilon^{10}}}$
21	$\frac{3\sqrt{3}\,\rho^5\sin 5\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6+\epsilon^8+\epsilon^{10}}}$
22	$\frac{\sqrt{7}\,(1+\epsilon^6-12\rho^2+30\rho^4-20\rho^6-3\epsilon^4(-3+4\rho^2)+3\epsilon^2(3-12\rho^2+10\rho^4))}{(\epsilon^2-1)^3}$

Zernike 系数 vs. 视场





显示像面处的 Fringe、Standard 以及 Annular Zernike 系数随视场变化的曲线。



系数 以空格或逗号分隔的单调递增的整数列表，这些整数代表与 Fringe、Standard 或 Annular Zernike 多项式中的项相对应。对于项范围，使用短划线分隔范围中的第一项和最后一项。注意：当“系数类型”选项设置为“Fringe”时，最大项数是 37；如果设置为“Standard”或“Annular”，则允许使用 231 项。如果使用零，则绘制所有系数。

波长 计算中使用的波长编号。

系数类型 选择相应选项以绘制 Fringe、Standard 或 AnnularZernike 多项式。

视场扫描 选择相应选项以计算正 X 或 Y、负 X 或 Y 视场方向的 Zernike 项。

视场密度 计算“视场”对话框中定义的最大最小视场之间的每个 Zernike 项所使用的视场点数。

采样 用于系数拟合的光瞳网格采样密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

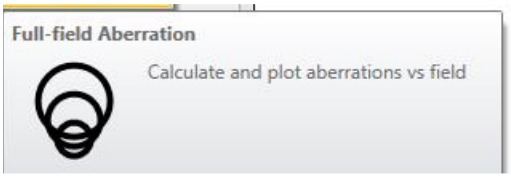
遮阑 环形光瞳的遮阑比例。

最小/最大图形值 y 轴上显示的值的范围。若为“0”，表示 OpticStudio 将选择默认值。

详述

随 +y、-y、+x 或 -x 视场变化显示 Zernike Fringe、Standard 或 Annular 系数。可以使用逗号或空格分隔的整数列表选择要显示的特定项或项范围。只需使用短划线分隔要显示的第一项和最后一项即可定义范围。例如，若列表为 1, 5-7，将绘制 Zernike 第 1 项以及第 5 项至第 7 项。有关一组完整的 Fringe 系数，请参阅“Zernike Fringe 系数”。有关一组完整的 Standard 系数，请参阅“Zernike Standard 系数”。应当注意的是，计算时需忽略渐晕因子的效应。有关遮阑比例的完整说明，请参阅“Zernike Annular 系数”

全视场像差（波前）

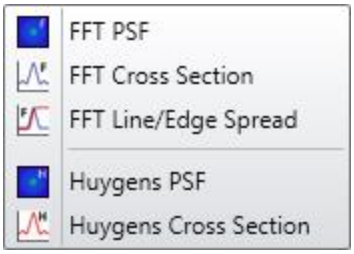


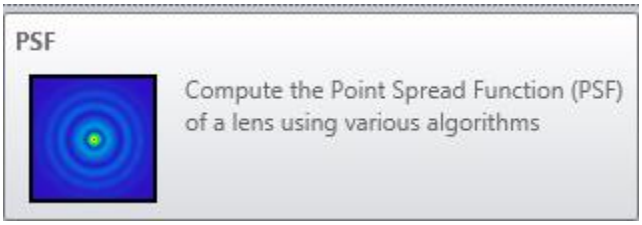
只有 OpticStudio 专业版和旗舰版支持此功能。

计算并绘制全视场下的像差图。详细信息，请参阅“全视场像差”部分。

点扩散函数



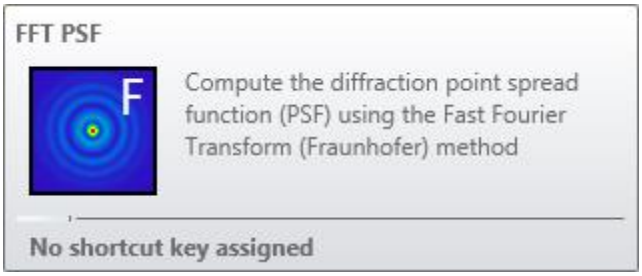




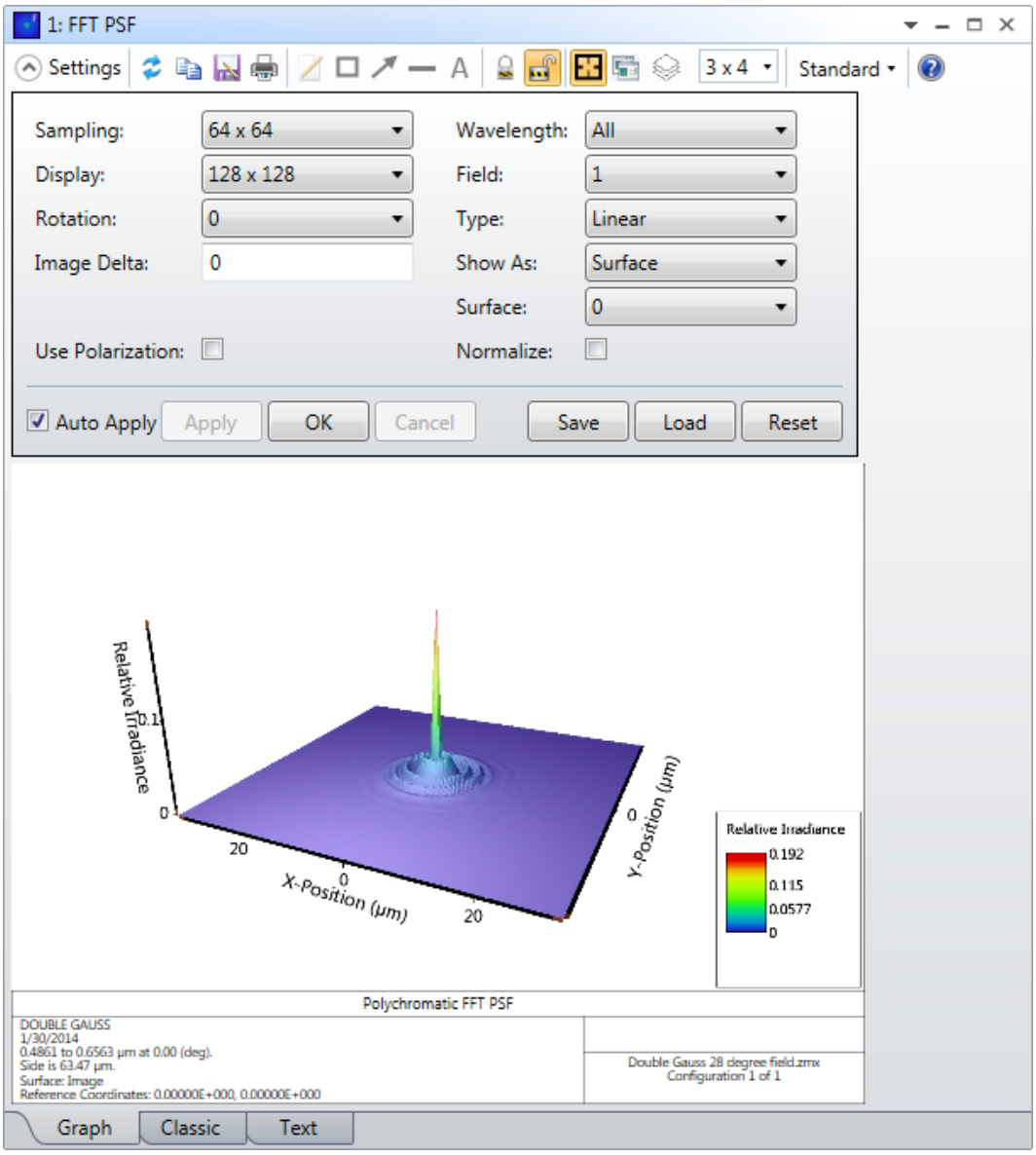
使用各种算法计算镜头点扩散函数（PSF）。

FFT PSF





使用快速傅里叶变换 (FFT)算法计算衍射点扩散函数 (PSF)。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

显示 表示生成绘图显示时将绘制哪部分计算数据。显示网格可以是从 32 x 32 到所选采样网格尺寸两倍的范围中的任意大小网格。显示大小越小，显示的数据越少，但放大率越高，可见性越好。此控件不会对文本显示产生任何影响。

旋转 旋转指定了为方便查看表面图而旋转的方式；可为 0、90、180 或 270 度。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

类型 选择“线性”（强度）、“对数”（强度）、“相位”、（有正负符号振幅的）“实部”或（有正负符号振幅的）“虚部”。

显示为 选择表面、等高线、灰度或伪彩色图作为显示选项。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

像面采样间距 像方各点之间的 delta 距离（以微米为单位）。如果为零，则使用默认间隔。如果为负值，则像面采样间距设置为允许的最大值，且使用全采样网格。有关详细信息，请参阅“详述”。

归一化 如果选中，会把峰值强度归一化为一。如不勾选，峰值强度将归一化为无像差 PSF（斯特列尔比）的峰值。

表面 选择要评估的点扩散函数所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

详述

使用 FFT 算法计算点扩散函数速度很快，但其中包含了一些假设，这些假设并非始终成立。惠更斯算法虽然计算速度较慢，但更为通用，包含的假设较少，参阅“惠更斯 PSF”中提供的详细说明。

FFT PSF 计算所使用的假设

FFT PSF 可计算视场中单个点光源在光学系统中形成的衍射图像的强度。在与参考波长入射主光线垂直且将主光线作为中心的假想平面上计算的强度。复色光计算中使用主波长作为参考波长，或在单色计算中使用单色波长作为参考波长。由于假想平面与主光线垂直，且不是像面，因此在主光线入射角度不为零时计算的 FFT PSF 结果过于乐观（会得到更小的 PSF）；这通常是包含倾斜像面的系统、广角系统、异常出瞳系统或非远心系统会出现的情形。

FFT 算法做出的其它主要假设有，像面位于光束的远场。这意味着仅当像面很接近所有光线的几何焦点时，计算的 PSF 才准确；或者换言之，横向光线像差不能过大。虽然没有硬性限制，但如果横向像差超过几百个波长，则计算可能不准确。注意：即使波前差很小的系统也可以有很大的横向光线像差；例如，仅沿一个方向会聚光线的柱面透镜。在此情况下，非聚焦方向的横向像差与光束直径近似。在这些情况下，惠更斯 PSF 方法也可以提供更准确的结果。

对于大多数透镜，相比前面提到的假设来说不太重要的假设是应用了标量衍射理论。不考虑光线的矢量性。这一点在接近或小于 F/1.5（在空气中）的快速系统中很重要。标量衍射理论在 F/# 值很小时预测的结果（较小 PSF）过于乐观。

如果系统的主光线与像面几乎垂直（角度可能小于 20 度），出瞳像差是可以忽略的，且横向光线像差合理，则 FFT PSF 是准确的，并且速度通常比惠更斯 PSF 方法快得多。

如果存在疑虑，应采用这两种 PSF 方法进行比较。深入理解这些假设的使用以及计算方法有助于在使用过程中了解结果的准确性。

关于 FFT 方法和采样问题的详述

FFT PSF 算法利用了衍射 PSF 与光学系统出瞳处的波前复振幅的傅里叶变换相关这一事实。先在出瞳处对光线网格计算振幅和相位，再进行 FFT，然后计算衍射图像强度。

在光瞳上的采样网格尺寸与衍射图像上的采样周期两者间选择一个折衷方案。例如，要减少衍射图像的采样周期，必须增加光瞳的采样周期。为此，“拉伸”光瞳采样网格，以使其填满光瞳。此过程意味着光瞳中的点实际将减少。

随着采样网格尺寸增加，OpticStudio 将调整光瞳网格以增加光瞳上的点数，同时使衍射图像的采样更密集。网格尺寸每次翻倍后，光瞳采样周期（光瞳中两点之间的距离）各维度将按 2 的平方根减少，像面采样周期各维度也将按 2 的平方根减少，衍射图像网格宽度将以 2 的平方根为因子增加（因为每个维度中有两倍的点数）。所有比率都是近似比，并且对大网格是接近正确的。

尺寸拉伸参考于 32 x 32 网格。将 32 x 32 网格中的点放在光瞳上，并对光瞳中的点进行追迹。对于此网格尺寸，计算衍射像面两点之间默认距离的公式是

$$\Delta = \lambda F \left(\frac{n-2}{2n}\right)$$

其中 F 是工作 F/#（与像方空间 F/# 不同），λ是最短定义波长，而 n 是网格中的点数。使用因子 -2 是因为光瞳不在网格中心（因为 n 是偶数），而是偏移了 n/2 + 1。使用分母 2n 是因为零填充（补零），稍后会将介绍相关内容。

对于大于 32 x 32 的网格，在光瞳空间中默认按以下因子拉伸网格

$$\sqrt{2}$$

（采样密度每次翻倍后）。像方空间的采样的通用公式是

$$\Delta = \lambda F \left(\frac{n-2}{2n}\right)\left[\frac{32}{n}\right]^{1/2}$$

像面数据网格的总宽度是

$$W = 2n\Delta$$

由于拉伸光瞳网格会减少光瞳中的采样点数，因此有效网格尺寸（表示实际追迹光线的网格尺寸）比采样网格小。有效网格尺寸将随采样增加而增加，但不如采样增加得快。下表总结了各种采样密度值的近似有效网格尺寸。

点扩散函数计算的默认有效网格尺寸

采样网格尺寸	近似有效光瞳采样
32 x 32	32 x 32
64 x 64	45 x 45

128 x 128	64 x 64
256 x 256	90 x 90
512 x 512	128 x 128
1024 x 1024	181 x 181
2048 x 2048	256 x 256
4096 x 4096	362 x 362
8192 x 8192	512 x 512

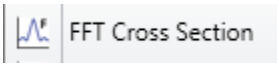
采样也是波长的函数。上文详述仅对计算所使用的最短波长有效。如果计算是复色光计算，则会调整较长波长，以使用较小的有效网格。所使用的比例因子是波长比。在为宽波长段系统选择采样网格时，应考虑这个问题。对于复色光计算，短波长得到数据比长波长的数据更准确。对于 FFT PSF 相位、实部和虚部数据类型，复色光平均值没有实际意义，并且如果用户选择所有波长，OpticStudio 会将波长选项设置为主波长。

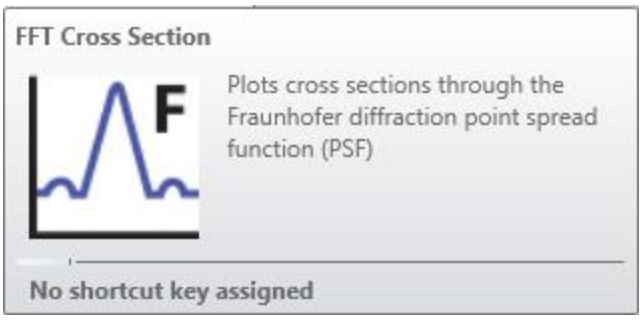
如果需要不同的采样距离，可以手动选择像面采样间距 Δ。如果像面采样间距为零，则 OpticStudio 会使用上述间隔和采样网格。如果像面采样间距大于零，则 OpticStudio 会调整光瞳采样以生成所需像面采样间距大小。实际拉伸量取决于网格尺寸、像面采样间距、定义的波长、各视场和波长的 F/# 值以及出瞳的（图像）纵横比。如果像面采样间距设置得过小，则无法留下足够的光瞳采样点；如果像面采样间距过大，则光瞳网格无法遍布整个出瞳宽度。OpticStudio 已控制这两种情况，在出现这些情况时，系统会发出错误消息。如果像面采样间距小于零，则 OpticStudio 根本不会拉伸光瞳。这样可最大程度地扩大像坐标中的 PSF 范围，并使用光瞳中全网格的光线，但采样的空间分辨率不会增加，因为像面采样间距会因采样增加几乎保持不变。

在指定采样后，OpticStudio 会在所谓的“零填充”过程中使阵列尺寸翻倍。对于 32 x 32 采样，这意味着 OpticStudio 会使用 64 x 64 网格的中心部分。因此，衍射点扩散函数将分布在 64 x 64 大小的网格上。像方空间中的采样始终是光瞳采样的两倍。零填充可减少混叠现象。

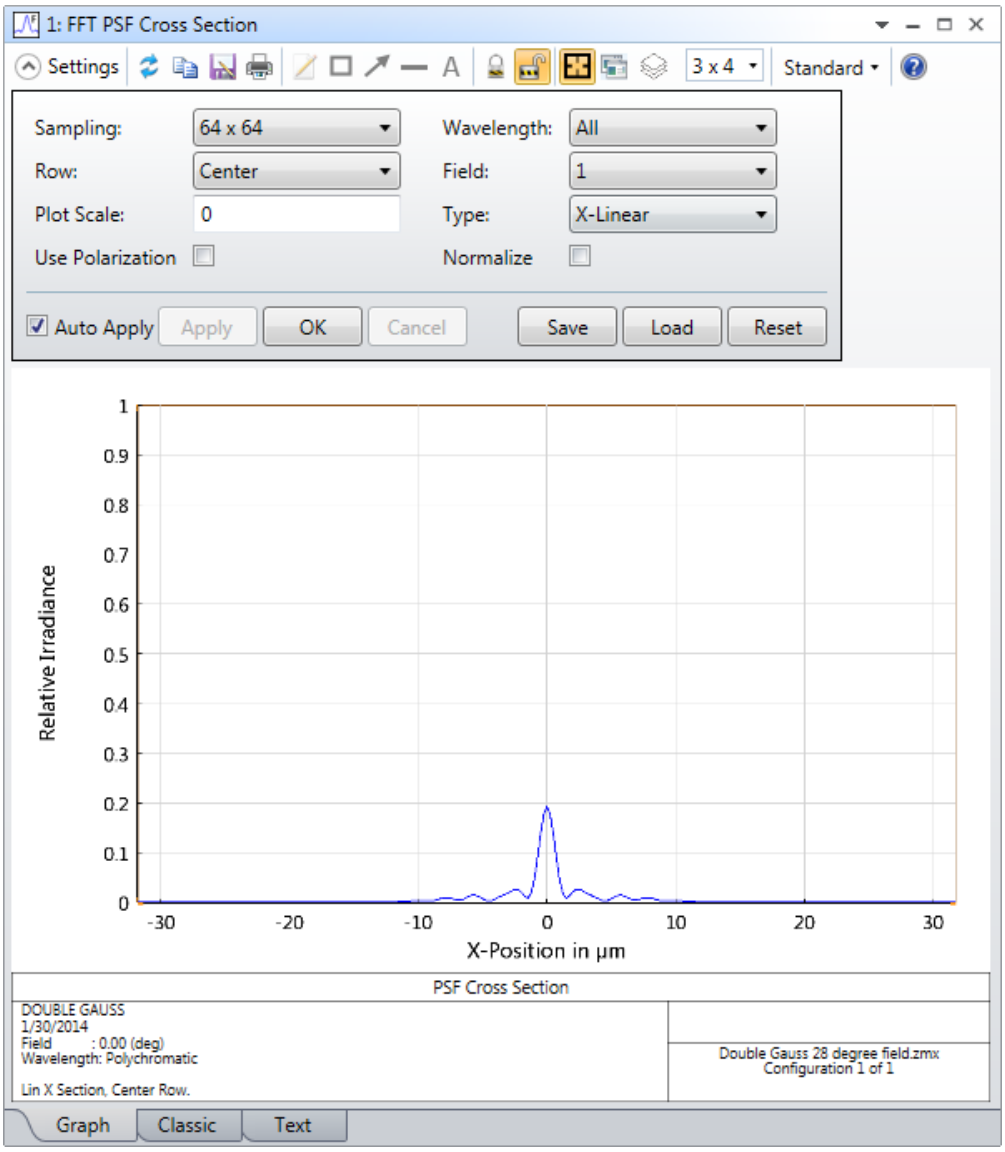
FFT 算法的本质是在光瞳空间坐标中完成计算。因此，旋转像面不会影响计算的 PSF 的方向。PSF 的 X 和 Y 方向与入瞳中光线的 X 和 Y 方向对应，但与像的 X 和 Y 空间方向不是始终相同的。要在像方空间坐标中计算 PSF，请参阅“惠更斯 PSF”

FFT PSF 截面图





此功能可绘制衍射 PSF 的截面图。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

行/列 要显示的行或列。对于 32 x 32 采样，有 64 行和 64 列（请参阅 FFT PSF 功能的详述部分）。是使用某行还是某列取决于“类型”设置。默认“中心”将显示 PSF 的中心，该选项下并非始终显示 PSF 峰值。

图形缩放 设置最大横轴缩放（以微米为单位）。输入零则为自动缩放。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

类型 选择 X 或 Y 截面图类型，可以是线性、对数、相位、实部或虚部。X 截面被称为行，Y 截面被称为列。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振信息，请参阅“偏振。

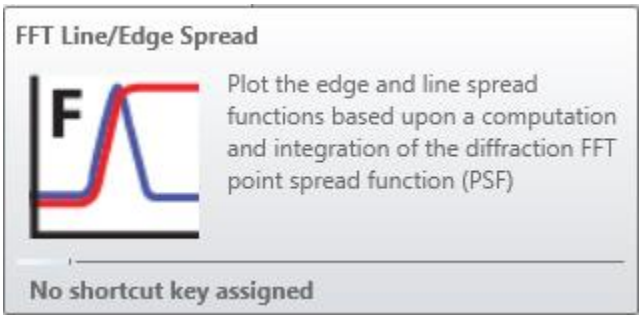
归一化 如果选中，会把峰值强度归一化为一。如不勾选，峰值强度将归一化为无像差 PSF（斯特列尔比）的峰值。

详述 截面图是直接由 PSF 数据获取的。由于 PSF 是直接由出瞳上的相位计算得到的，因此坐标系的方向在各类情况下不一定都正确。构成正 x 或 y 的数据与像方空间坐标中显示的数据可能不一致，例如点列图。

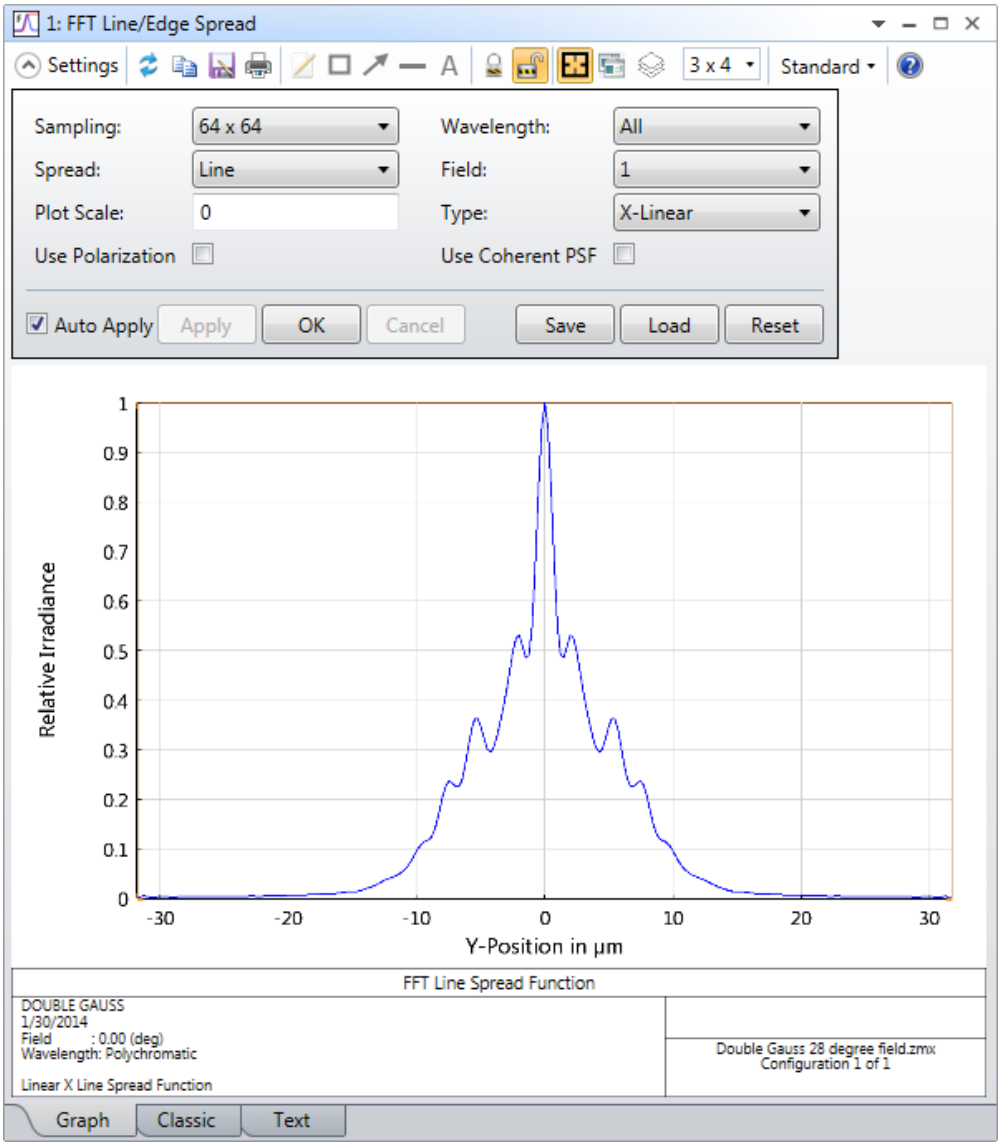
注意：另请参阅 FFT PSF 的详述部分。这些注解同样适用于此功能。

FFT PSF 线//边缘 扩展





此功能可根据衍射 FFT PSF 的计算和对其积分绘制边缘或线扩散函数。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

扩散 选择线或边缘扩散函数。

图形缩放 设置横轴最大缩放（以微米为单位）。输入零则为自动缩放。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

类型 选择 X 或 Y 方向的类型，可以是线性强度或对数强度。

使用偏振 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

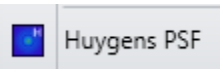
使用相干 PSF 如果勾选，则假设相干照明情况下进行的计算。如果未勾选，将视为非相干照明结果。

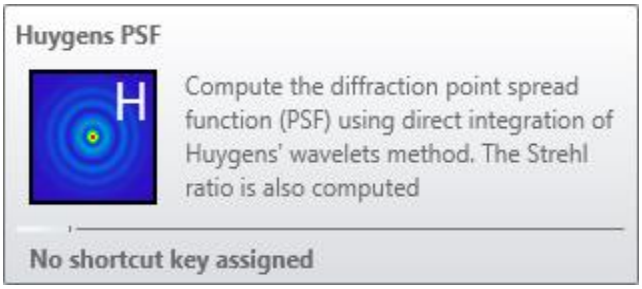
详述

线响应函数（或线扩散函数，LSF）是线物体成像的截面图。边缘扩散函数 (ESF) 是边缘（半无限平面）所成像的截面图。X 或 Y 方向是指线或边缘的方向。X 方向代表线或边缘与 X 轴平行。Y 方向代表线或边缘与 Y 轴平行。LSF 和 ESF 是根据 FFT PSF 积分计算的。另请参阅“几何线/边缘扩散”

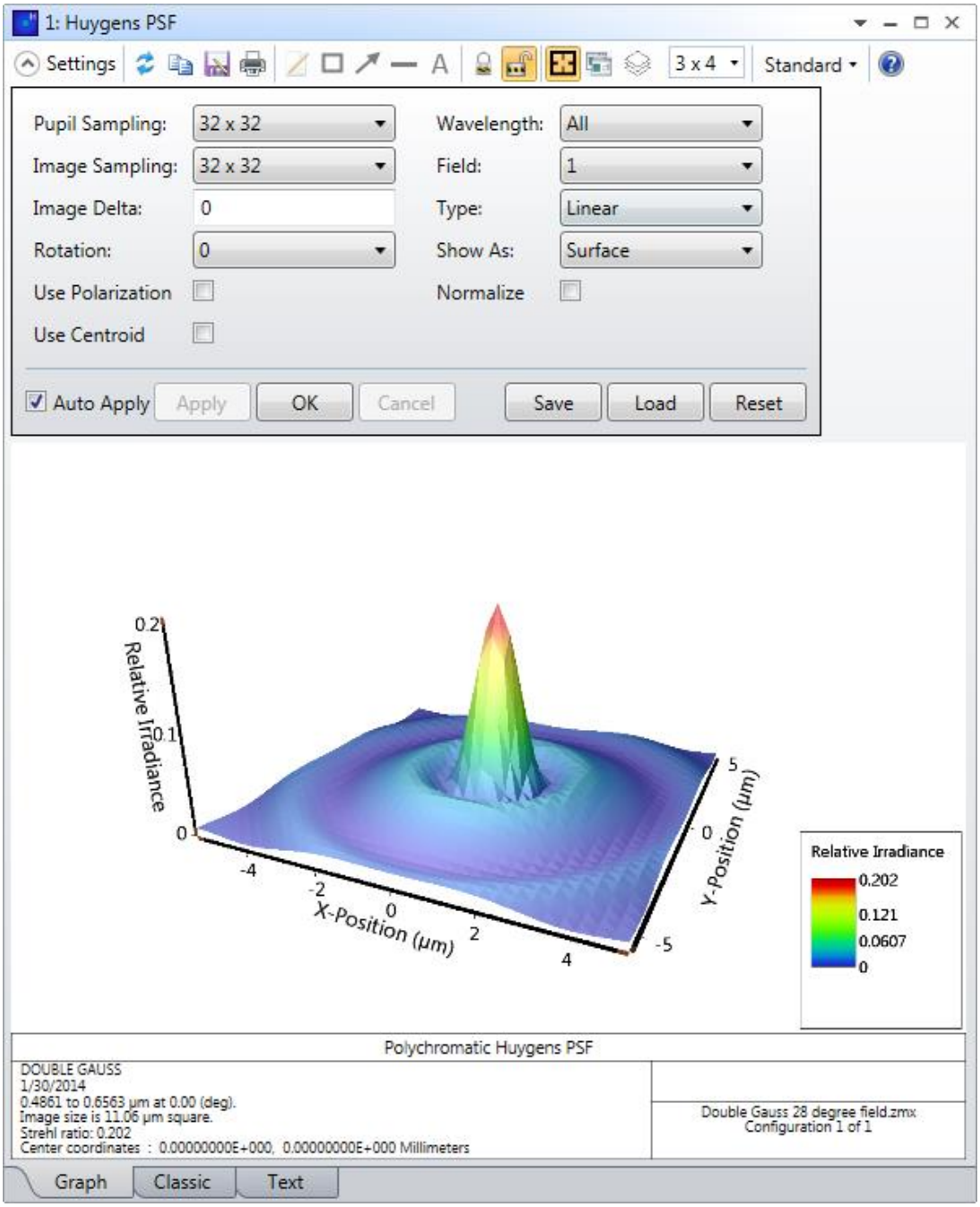
注意：另请参阅 FFT PSF 的详述部分。这些注解同样适用于此功能。

惠更斯 PSF





利用惠更斯子波算法直接积分计算衍射 PSF 及斯特列尔比。



光瞳采样 选择要追迹的光线网格的尺寸以执行计算。更高的采样密度可得出更准确的结果，但要以更长的计算时间为代价。

像面采样 在像面上计算衍射像强度的点网格的尺寸。此数字连同像面采样间距共同确定了所显示区域的大小。

像面采样间距 像面网格中格点之间的距离（以微米为单位）。输入零表示使用默认网格间隔。

旋转 旋转指定了表面图旋转的角度；可为 0、90、180 或 270 度。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

类型 选择线性（强度）或对数（强度）。对数缩放范围为 10 至 50。还提供了实部振幅、虚部振幅和相位（以度为单位）。

结构 选择“所有”可对所有结构中每个波长的 PSF 执行相干叠加计算；或选择“当前”或任何单个结构。注意：这是各个结构中同一波长的相干叠加，以及针对不同波长所产生的 PSF 的非相干叠加。因此，在所有结构中，每个已定义的波长必须相同。可以使用波长和结构权重，但波长值必须相同。请参阅“多重结构操作数概要”中的 CWGT 和 WLWT。此外，此相干叠加还假设像面在所有结构中均位于相同位置。如果选择“所有”，并且已定义聚焦和无焦模式结构，则“结构”设置会自动重置为“当前”。

归一化 如果选中，会把峰值强度归一化为一。如不勾选，峰值强度将归一化为无像差 PSF（斯特列尔比）的峰值。

显示为 选择表、等高线、灰度或伪色图作为显示选项。“真彩”选项可通过将波长转换为最接近的 RGB 等效值，并计算所有波长的和来显示 PSF 的真彩图。真彩显示的准确性受计算机显示器呈现色彩的 RGB 方法限制；因此可能无法准确显示单色色彩。如果“类型”是非线性选项，则不能使用“真彩”选项。注意：若选择“真彩”，则需要重新计算数据，因为需要使用单独的方法计算数据。若选择其它显示选项，则不需要重新计算。

使用偏振 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

使用质心 如勾选，则绘图将以几何像的质心为中心。如果未勾选，则绘图将以主光线为中心。

详述

考虑衍射效应的其中一种方法是，假设波前图上的每个点都是有振幅和相位的完美点光源。其中每个点光源都发出球形“子波”，有时被称为“惠更斯子波”（因惠更斯最先提出此模型而得名）。在发出的所有球形子波的干涉下，或所有球形子波复数和的影响下，随着光线通过空间形成波前衍射。

惠更斯 PSF 的计算通过在光学系统中使用光线网格，并且每条光线都表示特定的振幅和相位子波。像面所有点的衍射强度均为所有子波复数和的平方值。这样可计算像面网格上各点的 PSF。PSF 计算文本输出中列出的中心点可定义为坐标 (n/2+1), (n/2+1)，其中 n 是像方空间网格中的点数。旋转对称系统的数据输出将以点 (n/2, n/2+1) 为中心保持对称。

“像面采样间距”值可确定像方空间网格中点的间隔。如果指定零作为值，则使用默认网格间隔。默认像面采样间距的计算公式是：

$$\Delta = \frac{\lambda F}{\sqrt{n_p}}$$

其中 n_p 是光瞳空间网格中的点数，λ 是计算中使用的最长波长值，而 F 是工作 F/#。只要 n *（像面采样间距）范围中包含整个 PSF 宽度，像面采样间距尺寸的精确值就不重要。

与 FFT PSF 不同，OpticStudio 在主光线交点处与像面相切的假想平面上计算惠更斯 PSF。注意：假想平面与表面的法线（而非主光线）垂直。因此，惠更斯 PSF 需考虑由像面倾斜、主光线入射角度或这二者导致的像面局部倾斜带来的影响。

惠更斯算法需考虑光束沿像面传播时衍射像不断变化的形状。如果像面相对于传入光束倾斜，则此效应很重要。惠更斯 PSF 算法的另一个优势是，用户可以选择任何网格尺寸和间隔。这样即使两个不同透镜的 F/# 值或波长不同也可以直接比较它们的 PSF 值。

惠更斯 PSF 的唯一缺点是速度问题。与 FFT 算法相比，直接积分速度较慢（有关详细信息，请参阅上一节）。计算时间取决于光瞳网格尺寸平方值乘以像面网格尺寸平方值，再乘以波长数量。OpticStudio 会考虑系统的对称性。在多 CPU 计算机上，惠更斯 PSF 自动使用提供的所有处理器，以便提供最快速度。

在构建惠更斯 PSF 时通常使用平面参考来计算相位。该参考适用于假设光线来自远处光瞳，且所关注的像面区域尺寸较小时的情形。这样可将来自光瞳的每条光线作为平面波处理。平面波在平面上方具有恒定相位，因此当平面波入射到像面单个像素的中心时，相位只是光线的相位加上从平面波到像素的距离的 2p/l 倍。然后通过所有平面波的相干叠加得到惠更斯 PSF，每个平面波代表单条光线。

但是，如果像面较大，则从光瞳中任何给定光线到每个像素的距离可能发生明显变化，从而不能使用平面波近似。这可通过计算从出瞳到像面中心的距离以及从出瞳到像面边缘的距离来确定。如果这两个距离差值达到 l/4 以上，平面波近似不能很好的表示系统，这是因为将存在不可忽视的像面相位弯曲。在该情况下，OpticStudio 将改为使用球面波作为相位参考。这样会延长 Huygens PSF 的计算时间，由于我们必须计算每个像素的相位并且不能再假设与像素坐标之间的线性关系，但是可以为像平面处具有明显像差的系统提供更为精确的 PSF 计算（对于该像平面，平面波参考通常得出有噪声的结果）。使用球面波参考的场合，使惠更斯 PSF 的适用性扩展至各种系统，诸如用于对计算机生成全息的建模。

默认情况下，OpticStudio 会按照上述标准，自动为出瞳位置处 Huygens 积分选择使用平面或球面相位参考

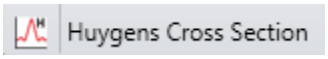
需要为某一系统重新设置此功能时，可在系统选项中的“计算 Huygens 积分的方法”（参见设置栏>系统组>系统选项>高级）选项中做出修改

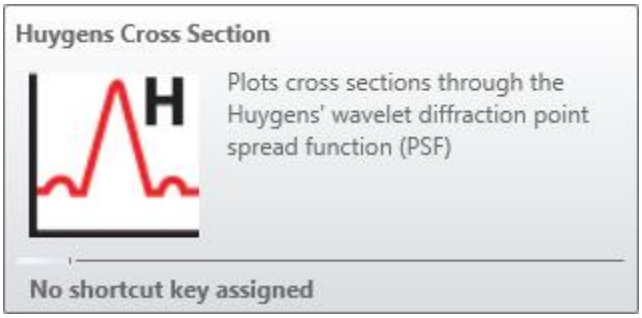
关于偏振和多结构 PSFs 叠加的注解

如果不同结构的光束是正交且强偏振的，那么要使惠更斯 PSF 结果准确，就必须考虑输入的偏振。应该关闭系统选项中的“无偏振”设置，在惠更斯 PSF 属性中应打开“使用偏振”设置。有关系统选项中偏振设置的更多信息，请参见“偏振”。

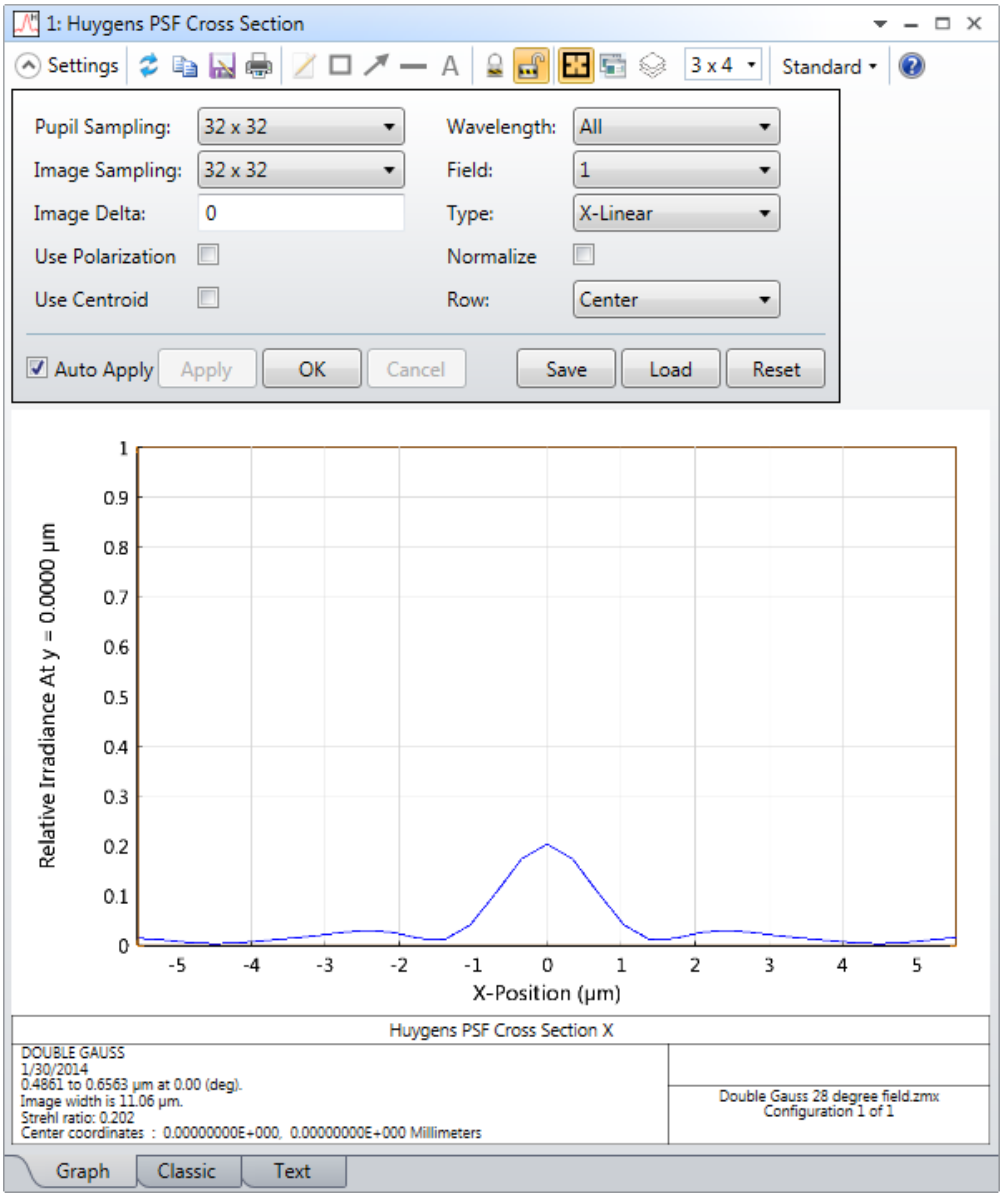
如果在惠更斯 PSF 设置中勾选“使用偏振”但在系统选项中勾选了“无偏振”，则惠更斯 PSF 结果可能不准确。如果 PSF 通过这些设置对多个结构进行求和，OpticStudio 将计算每个结构的平均偏振传输，并将得到的能量分配给透过光场的 x 分量。由于人为地将每个结构产生的能量设置为这种状态，它们将在惠更斯 PSF 中相干求和。然而，正交偏振光束不应该相干干涉，因此，如果不同结构的光束是正交且强偏振的，那么这个结果将不准确。为了防止这种情况的发生，应该关闭系统选项中的“无偏振”设置，以便正确使用输入的偏振光。

惠更斯 PSF 截面图



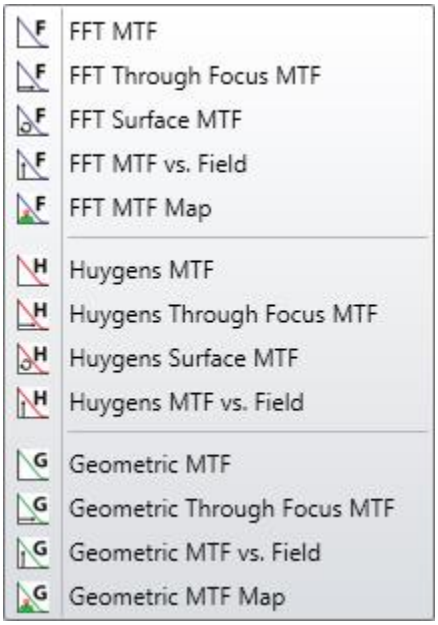


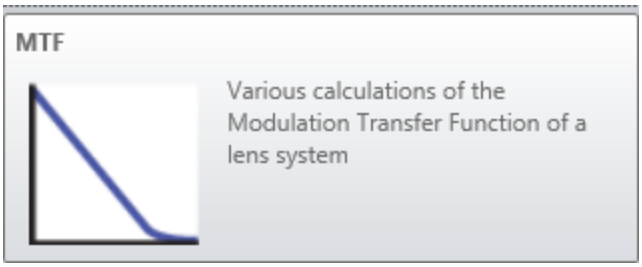
利用惠更斯子波直接积分法计算衍射 PSF 及斯特列尔比。此功能与“惠更斯 PSF”很相似，不同的是以截面图形式绘制数据。



MTF 曲线

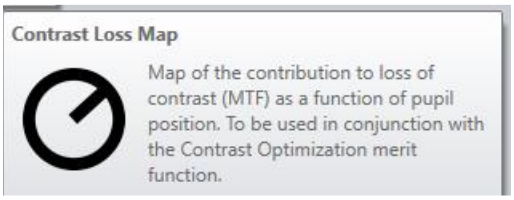

MTF


FFT MTF
FFT Through Focus MTF
FFT Surface MTF
FFT MTF vs. Field
FFT MTF Map
Huygens MTF
Huygens Through Focus MTF
Huygens Surface MTF
Huygens MTF vs. Field
Geometric MTF
Geometric Through Focus MTF
Geometric MTF vs. Field
Geometric MTF Map



针对透镜系统的调制传递函数 (MTF) 的各种计算

对比度损失图 (MTF)

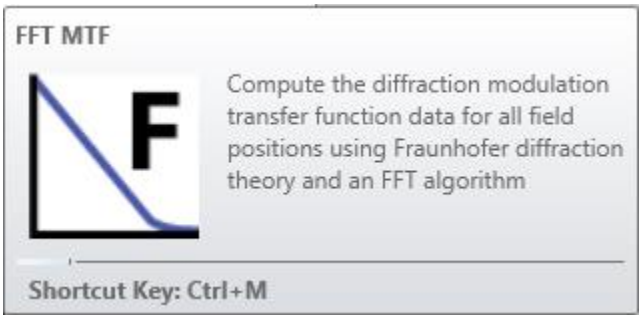


此功能仅在 OpticStudio 的专业版和旗舰版中可以使用。

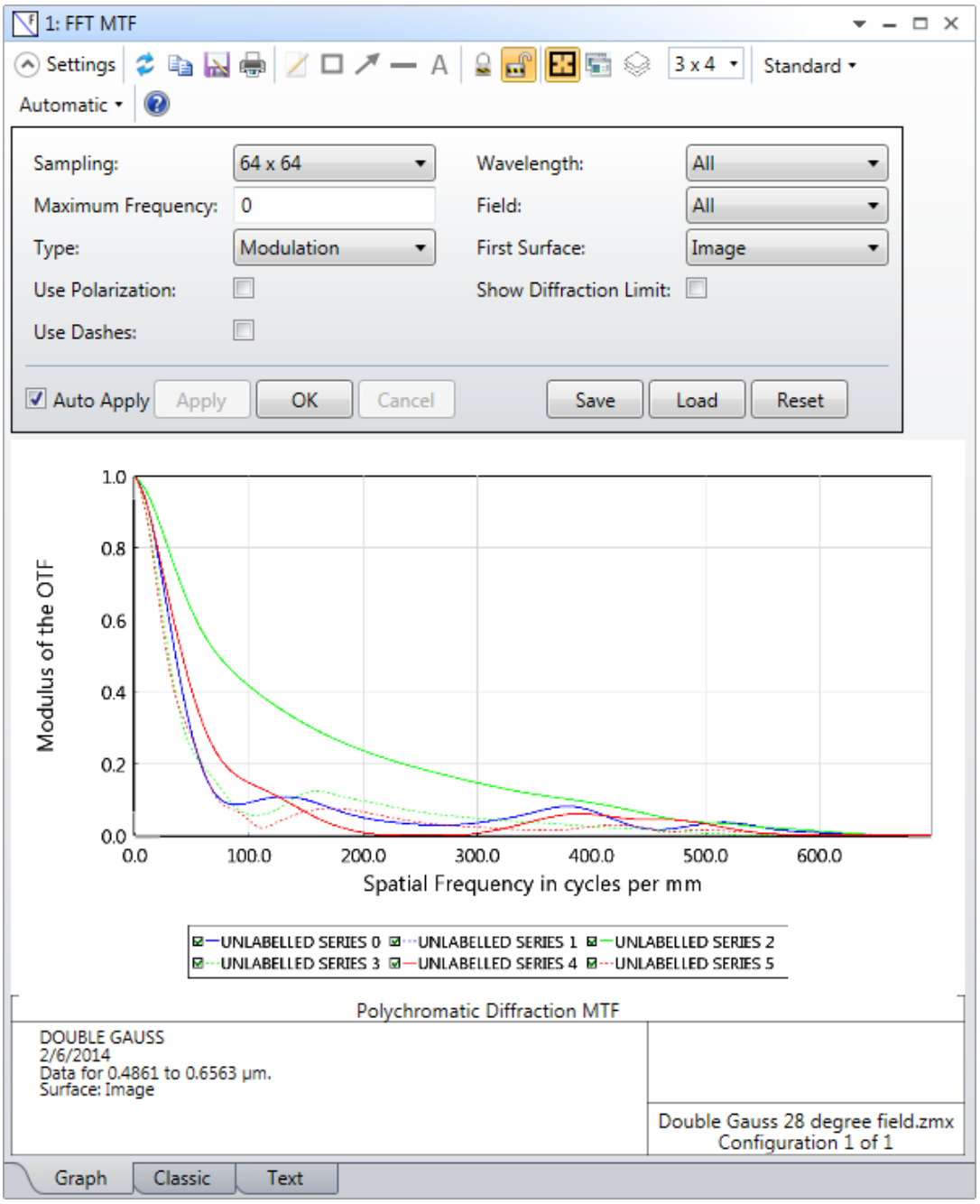
该功能使用 Moore- Elliott 算法将光瞳上的对比度损失可视化。有关更多信息，请参见“对比度损失图”。

FFT MTF





使用 FFT 算法计算所有视场位置的衍射调制传递函数 (MTF) 数据。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

显示衍射极限 选择是否显示衍射极限数据。

最大频率 指定所绘制的最大频率（参阅“MTF 单位”）。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

类型 选择“调制”、“实部”、“虚部”、“相位”或“方波响应”。

使用偏振 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（勾选“配置选项”中“绘图”选项卡的“启用经典视图”来开启经典视图）。

表面 选择要评估的 MTF 所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

详述

注意：请参阅 FFT 和惠更斯 PSF 的详述部分。这些注解同样适用于此功能。

衍射 MTF 计算基于光瞳数据的 FFT。MTF 结果是随正弦波物方空间频率变化的调制值，也可选择计算实部、虚部、相位或方波响应。与对正弦波目标响应的其它绘图不同，方波 MTF 是对特定频率的方波目标的调制响应。可使用以下公式根据 MTF 数据计算方波响应值：

$$S(v) = \frac{4}{\pi}\left[\frac{M(v)}{1} - \frac{M(3v)}{3} + \frac{M(5v)}{5} - \frac{M(7v)}{7} \ldots\right]$$

其中 S(v) 是方波响应值，M(v) 是正弦曲线调制响应值，而 v 是空间频率。

对于聚焦系统，任一波长的截止频率等于波长分之一乘以工作 F/#。OpticStudio 会针对弧矢和子午响应分别计算每个视场各波长的工作 F/#。此计算将得到准确的 MTF 数据，即使对于失真和色差畸变系统也是如此，例如包含柱面或光栅的系统。

对于无焦系统，截止频率等于出瞳直径除以波长。

随着采样增加，光程差 (OPD) 峰谷值和 OPD 最大斜率的减少，横向光线像差减少，衍射计算更准确。如果光瞳的光程差 (OPD) 峰谷值过大，则波前采样过于粗糙，并会出现混叠（aliasing）。混叠（aliasing）将导致数据不准确。OpticStudio 将尝试检测何时出现混叠，并会发出相应的错误消息。但是，OpticStudio 不能自动检测采样在各种情况下何时过低，尤其在波前相位上斜率很大时更是如此。

基于 FFT 算法的 MTF 假设结果对于余弦空间出瞳上光线（合理）均匀分布的情形是准确的。某些系统（例如极快的离轴反射镜）的出瞳有显著拉伸，因此基于 FFT 的 MTF 不准确。对于这些系统，应使用惠更斯 MTF。有关更多信息，请参阅“惠更斯 MTF”。

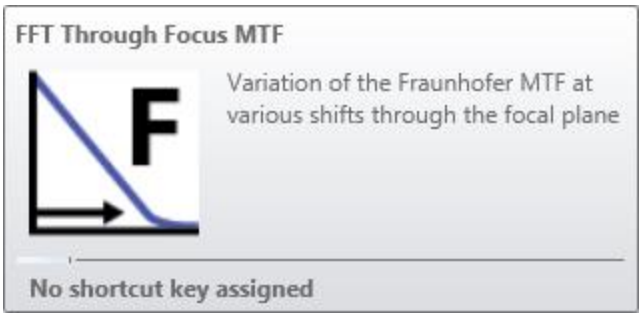
当光程差 (OPD) 的波数较大（例如超过 10 个波数）时，使用几何 MTF 来代替衍射 MTF 可能更好。对于像差显著的系统，几何 MTF 很准确，在空间频率较低时更是如此（在像差较大时，高频率 MTF 会迅速降低）。如果显示衍射极限曲线，则该曲线将显示参考视场位置的无像差对应结果；请参阅“衍射极限”。

在像方空间中，MTF 绘图的空间频率缩放比例是以周期/毫米为单位，在物方空间中是以周期/毫弧度为单位（参阅“MTF 单位”）。在像方空间中可计算 MTF（以周期/毫米为单位），因此在确定物方空间的空间频率响应时需要考虑系统的放大效应。

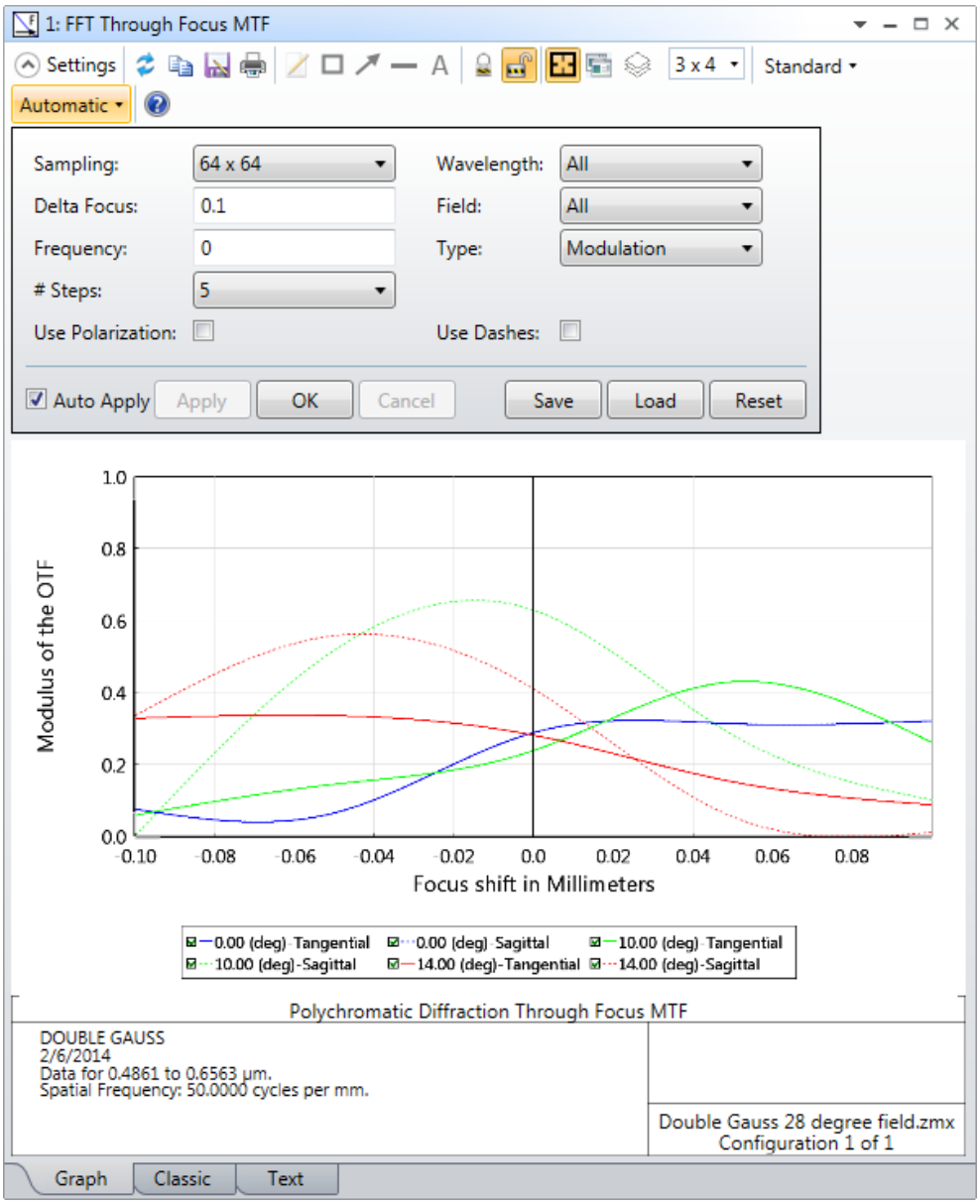
FFT 算法的本质是在光瞳空间坐标中完成计算。因此，旋转像面不会影响计算的 MTF 的方向。子午响应对应于沿物空间 X 轴方向的周期性目标图像，弧矢响应对应于以沿物空间 Y 轴方向的周期性目标图像。这不同于“几何 MTF”和“惠更斯 MTF”的约定。

离焦 FFT MTF





计算指定频率下离焦变化的 FFT 调制传递函数数据。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

离焦范围 对于聚焦系统，离焦范围是指绘图时 ± Z 轴的范围（单位为镜头单位）。对于无焦系统，离焦范围是指绘图时 ± 光焦度范围（以屈光度为单位）。

频率 指定绘图数据的空间频率（请参阅“MTF 单位”）。

步长数 计算数据的焦面数量。通过已计算的点绘制平滑曲线。步长数越多，准确度越高，但计算时间也会更长。在“步长数”计算得出的数据点形成的平滑样条曲线基础上，在每个选定的视场点处基于取样 101 个点，在文本中输出这些数据。

波长 计算中将使用的波长编号。

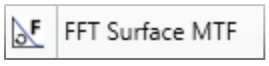
视场 计算中使用的视场编号。

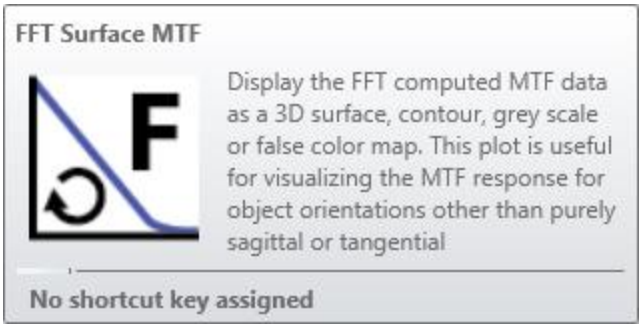
类型 选择“调制”、“实部”、“虚部”、“相位”或“方波响应”。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

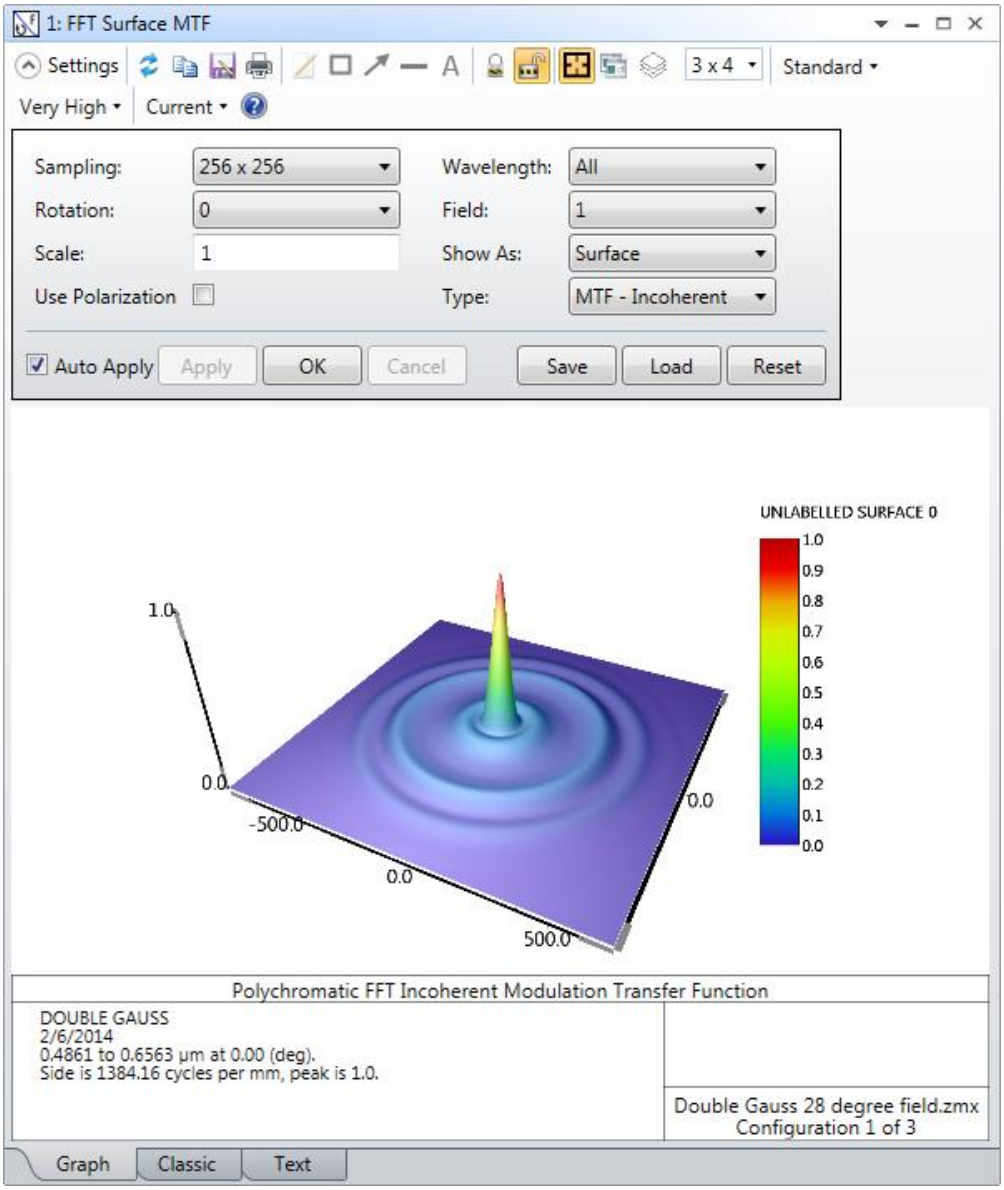
使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。**详述** 请参阅“FFT MTF”以了解详细信息

三维 FFT MTF





以三维表面图、等高线图、灰度或伪色图显示 FFT MTF 数据。此绘图有助于查看物方各个方向的 MTF 响应值，比单纯的弧矢或子午图更直观。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

旋转 为方便查看表面图而指定的旋转方式；可为 0、90、180 或 270 度。

缩放 缩放的比例将覆盖程序为表面绘图自动设置的纵轴比例。通常，此值应设置为 1。缩放因子可大于 1 以便在垂直方向拉伸图形，或小于 1 以便压缩图形。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 视场编号可确定应计算的定义视场位置。

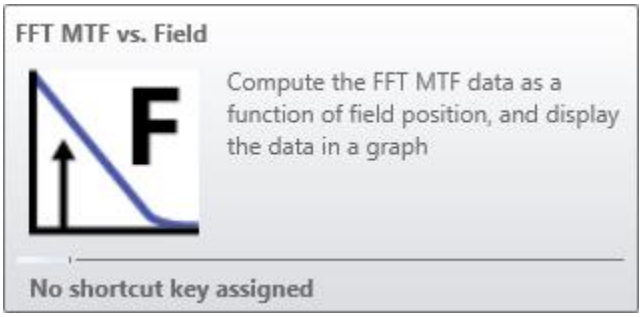
显示为 选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

类型 选择非相干或相干光学传递函数的调制值、实部或虚部。如果生成文本列表且要求提供实部或虚部，则将同时列出实部或虚部以保持完整性。

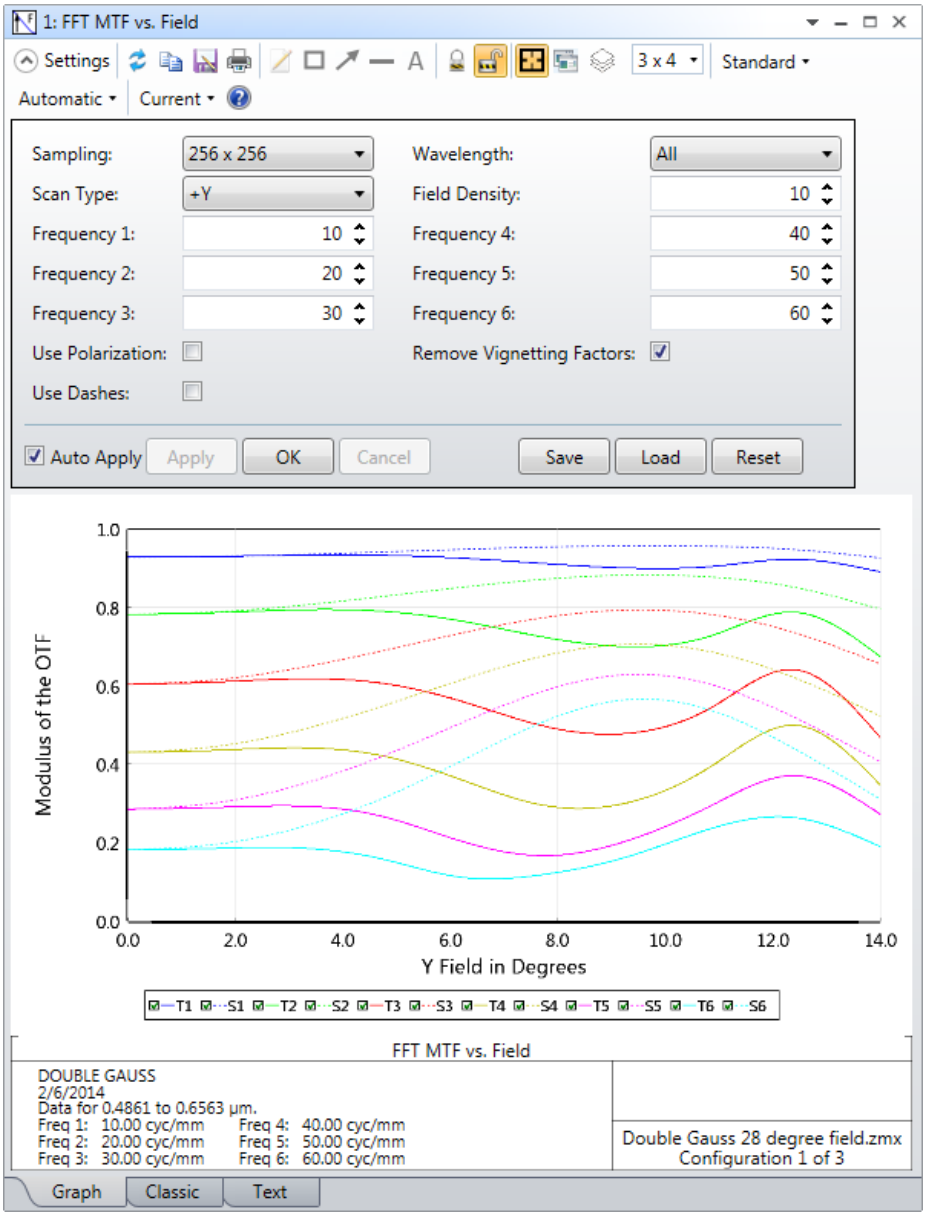
详述 常规 MTF 绘图是 MTF 表面图的两个垂直截面图。此绘图主要用作定性分析。有关详细信息，请参阅“FFT MTF”。

FFT MTF vs. 视场





计算随视场位置变化的 FFT MTF 数据，并使用图表显示这些数据。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

频率 1-6 图中数据所依据的空间频率（请参阅“MTF 单位”）。

波长 计算中将使用的波长编号。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。

除去渐晕因子 如果选中，将自动除去渐晕因子。参见下文详述部分中关于渐晕因子的注解。

视场密度 视场密度是指零度和最大视场（计算 MTF 和内插中间值的视场）之间的点数量。最多允许 100 个视场点。

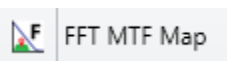
扫描类型 选择 +y、+x、-y 或 -x 视场扫描方向。

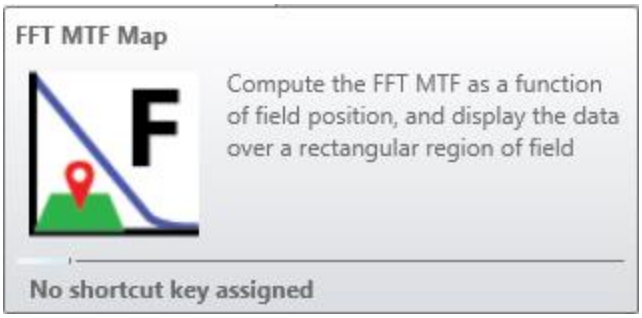
详述 请参阅“FFT MTF” 以了解详细信息。此功能可根据定义的最大径向视场坐标绘制 MTF 随视场高度变化曲线图。

关于渐晕因子的注解

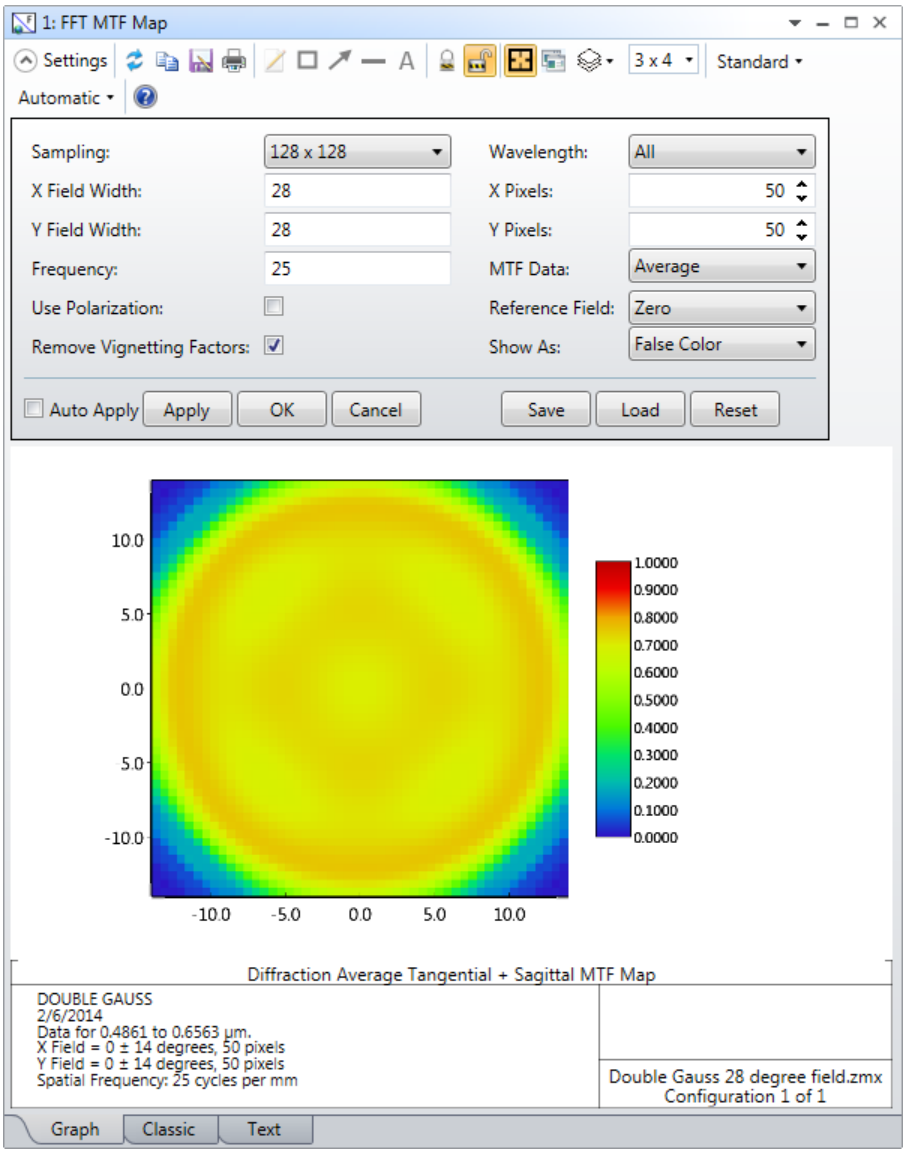
渐晕因子用于确定从不同视场点看到的光瞳的尺寸和形状（参见“渐晕因子”查看完整详述）。由于此分析功能需要追迹未定义具体渐晕因子的任意中间视场点处的光线，因此不建议使用渐晕因子。如果选中“除去渐晕因子”（默认），则在此计算中，任何定义的渐晕因子都将自动替换为表面孔径。在光线充满光瞳的情况下，表面孔径方法通常比渐晕因子方法更加准确。两种方法得出的数据可能不同。在某些情况下，特别是当使用渐晕因子定义源光束的形状而不是系统的孔径时，可能需要使用已定义的渐晕因子。在这种情况下，取消勾选“除去渐晕因子”选框。之后，OpticStudio 将使用最接近的已定义视场来确定任意视场点要使用的渐晕因子。

二维视场 FFT MTF





计算随视场位置变化的 FFT MTF 数据，并在矩形视场区域上显示这些数据。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

X 或 Y 视场宽度 X 或 Y 视场宽度（以视场单位为单位）。这是全宽或全高，而不是半宽或半高。如果使用视场类型为角度，则在物方空间中视场单位为度，否则视场单位与镜头单位相同。

频率 图中数据所依据的空间频率（请参阅“MTF 单位”）。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

波长 计算中将使用的波长编号，或者对复色光 MTF 使用“所有”选项。

X 或 Y 像素 计算各自方向的 MTF 所使用的像素数。请注意，像素的大小由像素的数目和视场的宽度确定；不要求像素必须为方形。为了便于显示，假设 MTF 的计算结果将位于单个像素的整个区域上，而实际上则是在单个像素的中心计算的 MTF。

MTF 数据 选择要显示的子午、弧矢、平均、最小或最大 MTF。

参考视场 此选项可选择绘图中心相对应的视场编号。如果选择“零”，则使用 (0, 0) 视场坐标作为绘图中心。

显示为 选择灰度或伪色图作为显示选项。

除去渐晕因子 如果选中，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

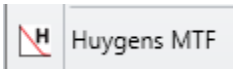
详述 请参阅“FFT MTF” 以了解详细信息。此功能可计算二维网格上每个视场点的 MTF。如果总点数较大，则计算时间可能会很长。另请参阅“二维视场几何 MTF”

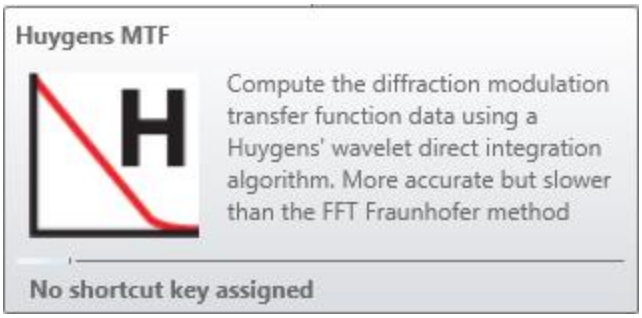
关于渐晕因子的注解

渐晕因子用于确定从不同视场点看到的光瞳的尺寸和形状（参见“渐晕因子”查看完整详述）。由于此分析功能需要追迹未定义具体渐晕因子的任意中间视场点处的光线，因此不建议使用渐晕因子。如果选中“除去渐晕因子”（默认），则在此计算中，任何定义的渐晕因子都将自动替换为表面孔径。在光线充满

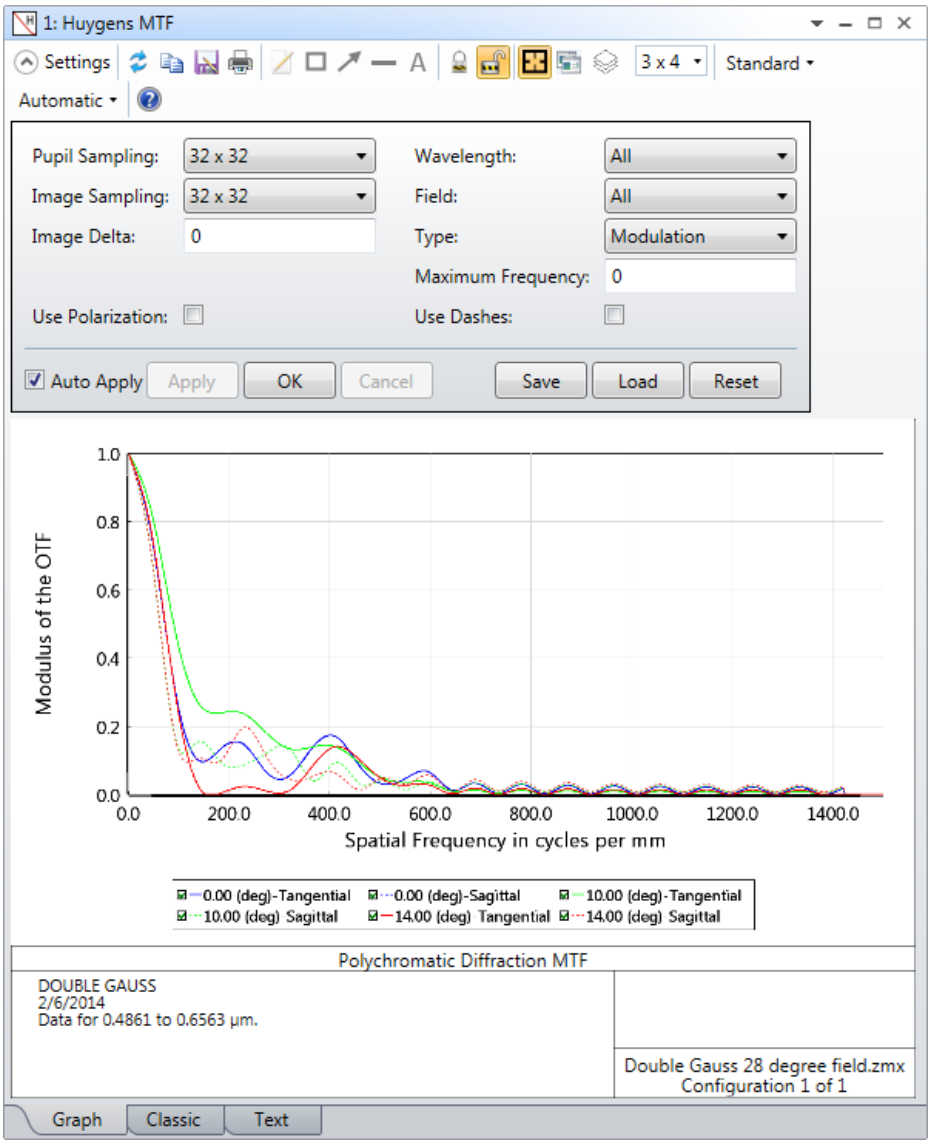
光瞳的情况下，表面孔径方法通常比渐晕因子方法更加准确。两种方法得出的数据可能不同。在某些情况下，特别是当使用渐晕因子定义源光束的形状而不是系统的孔径时，可能需要使用已定义的渐晕因子。在这种情况下，取消勾选“除去渐晕因子”选框。之后，OpticStudio 将使用最接近的已定义视场来确定任意视场点要使用的渐晕因子。

惠更斯 MTF





使用惠更斯直接积分算法计算衍射调制传递函数 (MTF) 数据。



光瞳采样 选择要追迹的光线网格的尺寸以执行计算。更高的采样密度可得出更准确的结果，但要以更长的计算时间为代价。

像面采样 计算衍射强度的像面网格尺寸。该采样值与像面采样间距共同确定了用于计算 MTF 的 PSF 的大小。另请参阅“惠更斯 PSF”。

像面采样间距 像面网格中格点之间的距离（以微米为单位）。输入零表示使用默认网格间隔。

结构 选择“所有”可对所有结构中每个波长的 PSF 执行相干叠加计算；或选择“当前”或任何单个结构。注意：这是各个结构中同一波长的相干叠加，以及针对不同波长所产生的 PSF 的非相干叠加。因此，在所

有结构中，每个已定义的波长必须相同。可以使用波长和结构权重，但波长值必须相同。请参阅“多重结构操作数概要”中的 CWGT 和 WLWT。此外，此相干叠加还假设像面在所有结构中均位于相同位置。如果选择“所有”，并且已定义聚焦和无焦模式结构，则“结构”设置会自动重置为“当前”。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

类型 选择要显示的数据；目前只有调制一个选项。

最大频率 要显示的 最大频率，单位与 MTF 单位相对应（参见“MTF 单位”）。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。

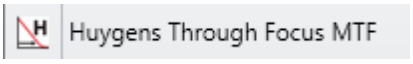
详述

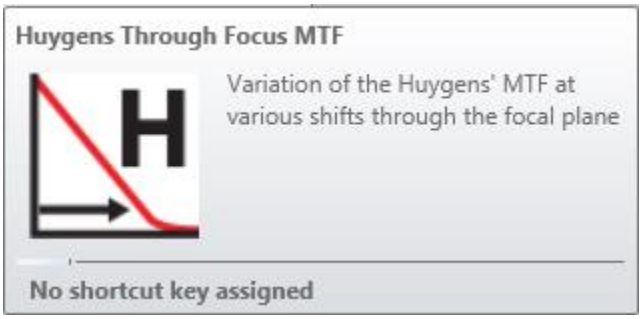
请参阅惠更斯 PSF 的详述部分。这些注解同样适用于此功能。

通过计算惠更斯 PSF 的 FFT 得到惠更斯 MTF。“像面采样”和“像面采样间距”的设置与惠更斯 PSF 的相关设置相同，因此先进行惠更斯 PSF 计算是有用的（参阅“惠更斯 PSF”）。由于是在像方空间坐标中执行 PSF 转换，子午响应对应于局部像面坐标 y 方向的空间频率，弧矢响应对应于 x 方向的空间频率。此外，惠更斯 MTF 不取决于光线在近轴光瞳中所处的位置。因此在适合计算惠更斯 PSF 的系统中也可以对 MTF 进行计算，包括有入射端口和出射端口的非序列系统（使用参考光线的其他衍射算法在这种情况下就不能计算 MTF），以及系统中多个非序列子孔径所形成的瞳孔或图像叠加的情况。具有极端出瞳畸变（例如极快离轴反射器）的系统也可以使用惠更斯方法进行处理。

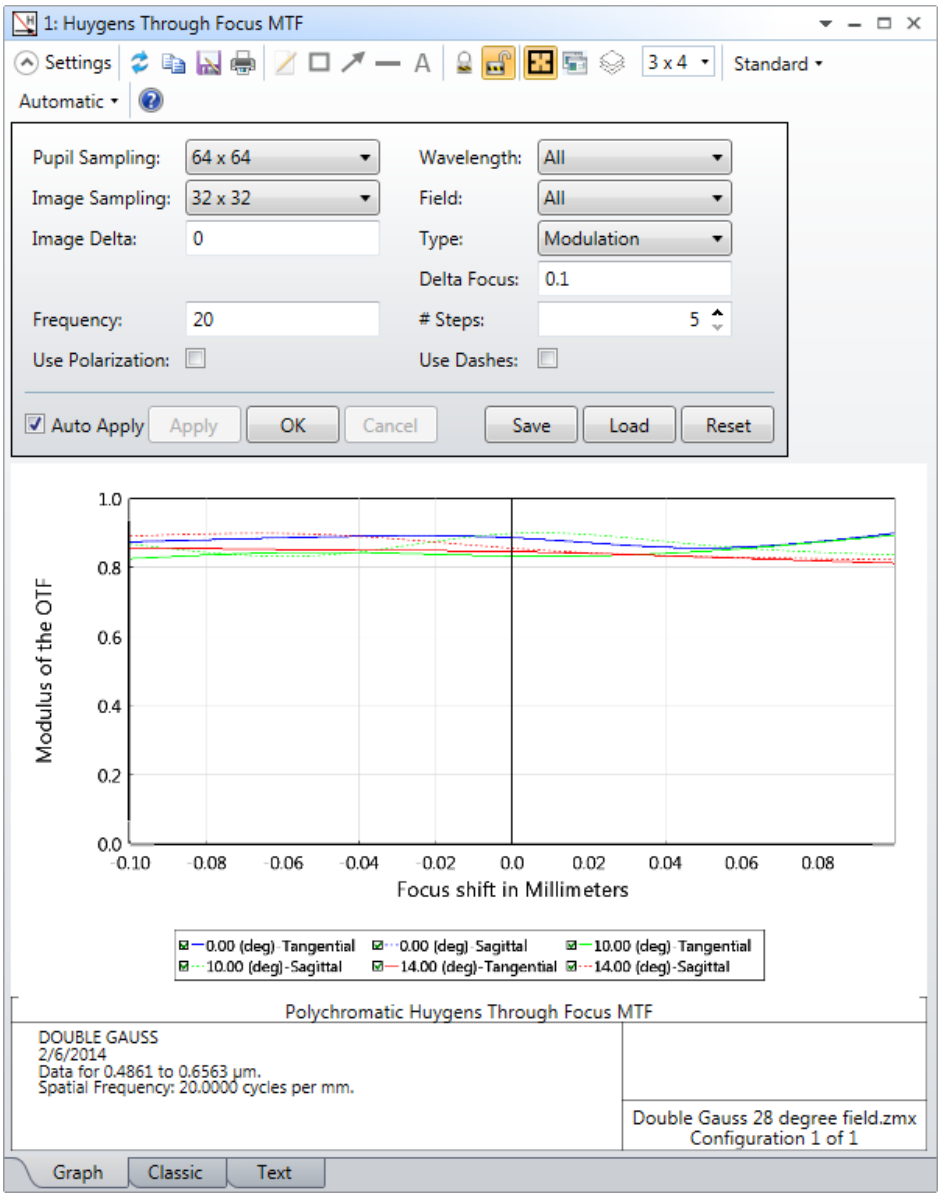
惠更斯算法的本质是在像方空间坐标中完成计算。因此，旋转像面将影响已计算的 MTF 的方向。子午响应对应于沿像方空间 X 轴方向的周期性目标图像，弧矢响应对应于以沿像方空间 Y 轴方向的周期性目标图像。这不同于“FFT MTF”的规约

离焦惠更斯 MTF





使用惠更斯直接积分算法计算衍射调制传递函数 (MTF) 数据，并显示随离焦范围变化的数据。



光瞳采样 选择要追迹的光线网格的尺寸以执行计算。更高的采样密度可得出更准确的结果，但要以更长的计算时间为代价。

像面采样 计算衍射强度的像面网格尺寸。该采样值与像面采样间距共同确定了用于计算 MTF 的 PSF 的大小。另请参阅“惠更斯 PSF”。

像面采样间距 图像网格中格点之间的距离（以微米为单位）。输入零表示使用默认网格间隔。

结构 选择“所有”可对所有结构中每个波长的 PSF 执行相干叠加计算；或选择“当前”或任何单个结构。注意：这是各个结构中同一波长的相干叠加，以及针对不同波长所产生的 PSF 的非相干叠加。因此，在所有结构中，每个已定义的波长必须相同。可以使用波长和结构权重，但波长值必须相同。请参阅“多重结构操作数概要”中的 CWGT 和 WLWT。此外，此相干叠加还假设像面在所有结构中均位于相同位置。如果选择“所有”，并且已定义聚焦和无焦模式结构，则“结构”设置会自动重置为“当前”。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

类型 选择要显示的数据；目前只有调制一个选项。

最大频率 要显示的 最大频率，单位与 MTF 单位相对应（参见“MTF 单位”）。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。

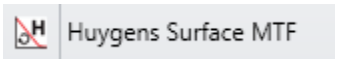
离焦范围 对于聚焦系统，离焦范围是指绘图时 ± Z 轴的范围（单位为镜头单位）。对于无焦系统，离焦范围是指绘图时 ± 光焦度范围（以屈光度为单位）。

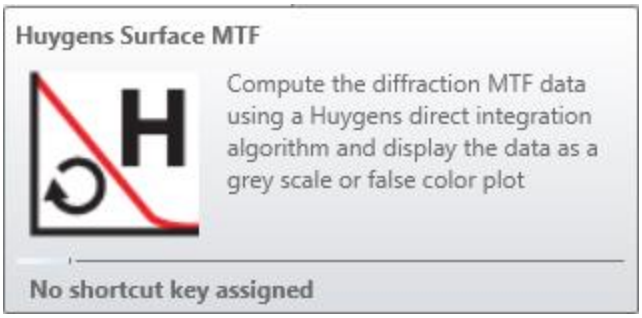
频率 绘图数据所依据的空间频率（请参阅“MTF 单位”）。

步长数 计算数据的焦面数量。通过已计算的点绘制平滑曲线。步长数越多，准确度越高，但计算时间也会更长。在“步长数”计算得出的数据点形成的平滑样条曲线基础上，在每个选定的视场点处基于取样 101 个点，在文本中输出这些数据。

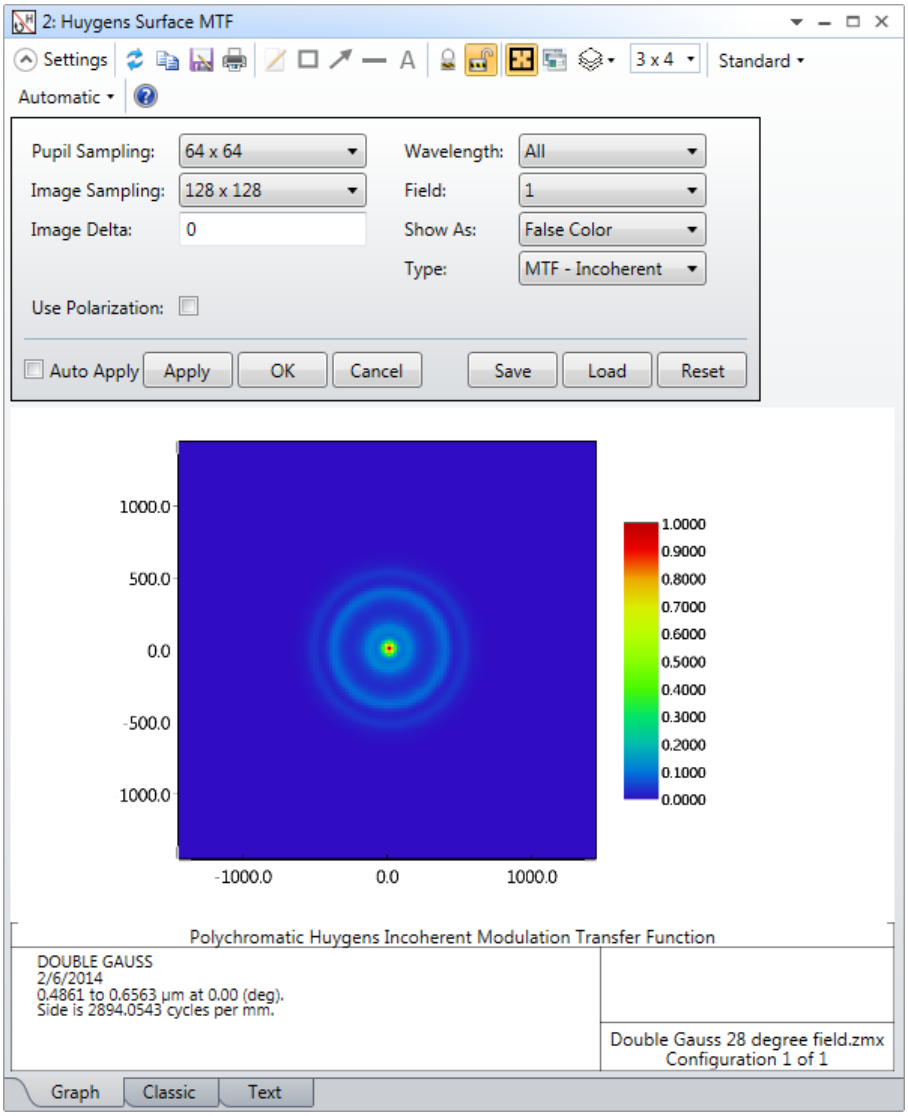
详述 此功能与惠更斯 MTF 功能（参见“惠更斯 MTF”）非常相似。

二维惠更斯 MTF





使用惠更斯直接积分算法计算衍射调制传递函数 (MTF) 数据，并以灰度或伪色图形式显示数据。



光瞳采样 选择要追迹的光线网格的尺寸以执行计算。更高的采样密度可得出更准确的结果，但要以更长的计算时间为代价。

像面采样 计算衍射强度的像面网格尺寸。该采样值与像面采样间距共同确定了用于计算 MTF 的 PSF 的大小。另请参阅“惠更斯 PSF”。

像面采样间距 图像网格中格点之间的距离（以微米为单位）。输入零表示使用默认网格间隔。

结构 选择“所有”可对所有结构中每个波长的 PSF 执行相干叠加计算；或选择“当前”或任何单个结构。注意：这是各个结构中同一波长的相干叠加，以及针对不同波长所产生的 PSF 的非相干叠加。因此，在所

有结构中，每个已定义的波长必须相同。可以使用波长和结构权重，但波长值必须相同。请参阅“多重结构操作数概要”中的 CWGT 和 WLWT。此外，此相干叠加还假设像面在所有结构中均位于相同位置。如果选择“所有”，并且已定义聚焦和无焦模式结构，则“结构”设置会自动重置为“当前”。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中使用的视场编号。

类型 选择要显示的数据；目前只有调制一个选项。

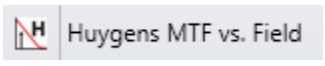
使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

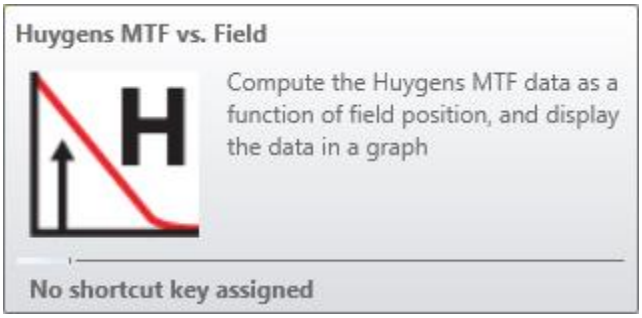
显示为 选择灰度或伪色图作为显示选项。

类型 选择非相干或相干光学传递函数的调制值、实部或虚部。如果生成文本列表且要求提供实部或虚部，则将同时列出实部或虚部以保持完整性。

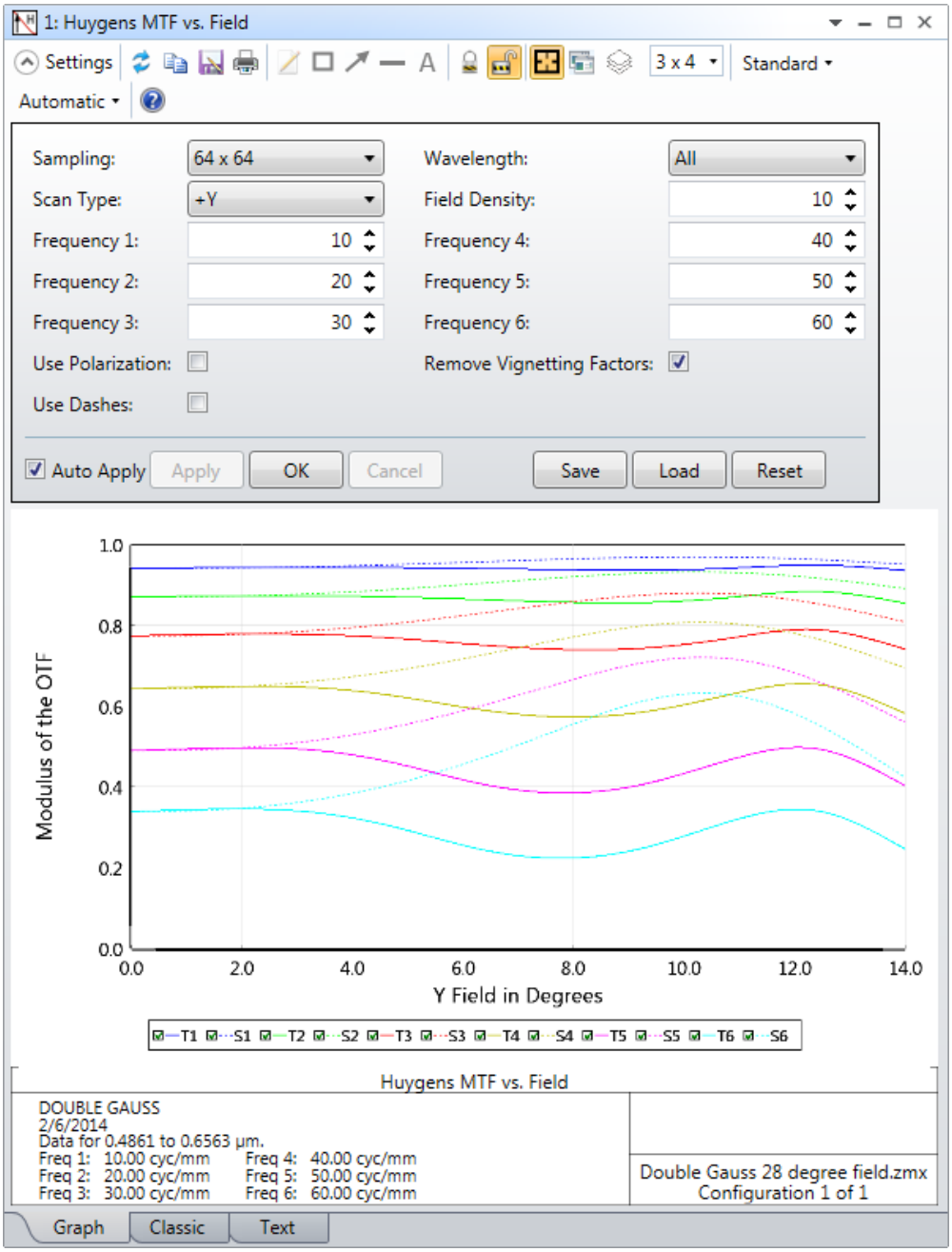
详述 此功能与惠更斯 MTF 功能（参见“惠更斯 MTF”）非常相似。

惠更斯 MTF vs. 视场





计算惠更斯 MTF 数据随视场位置的变化关系，并以图表形式显示数据。



采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

频率 1-6 绘图数据所依据的空间频率（请参阅“MTF 单位”）。

波长 计算中将使用的波长编号。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。

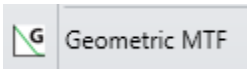
除去渐晕因子 如勾选，将自动除去渐晕因子。参见下文详述部分中关于渐晕因子的注解。

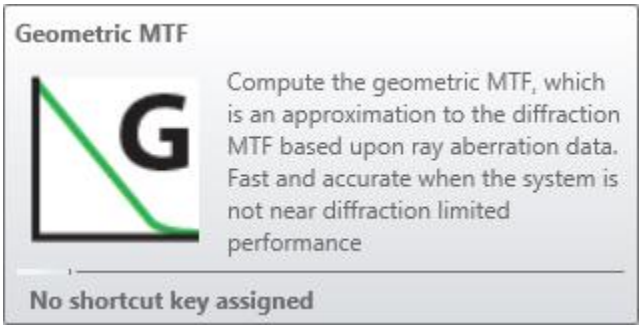
视场密度 视场密度是指零度和最大视场（计算 MTF 和内插中间值的视场）之间的取点数量。最多允许 100 个视场点。

扫描类型 选择 +y、+x、-y 或 -x 视场扫描方向。

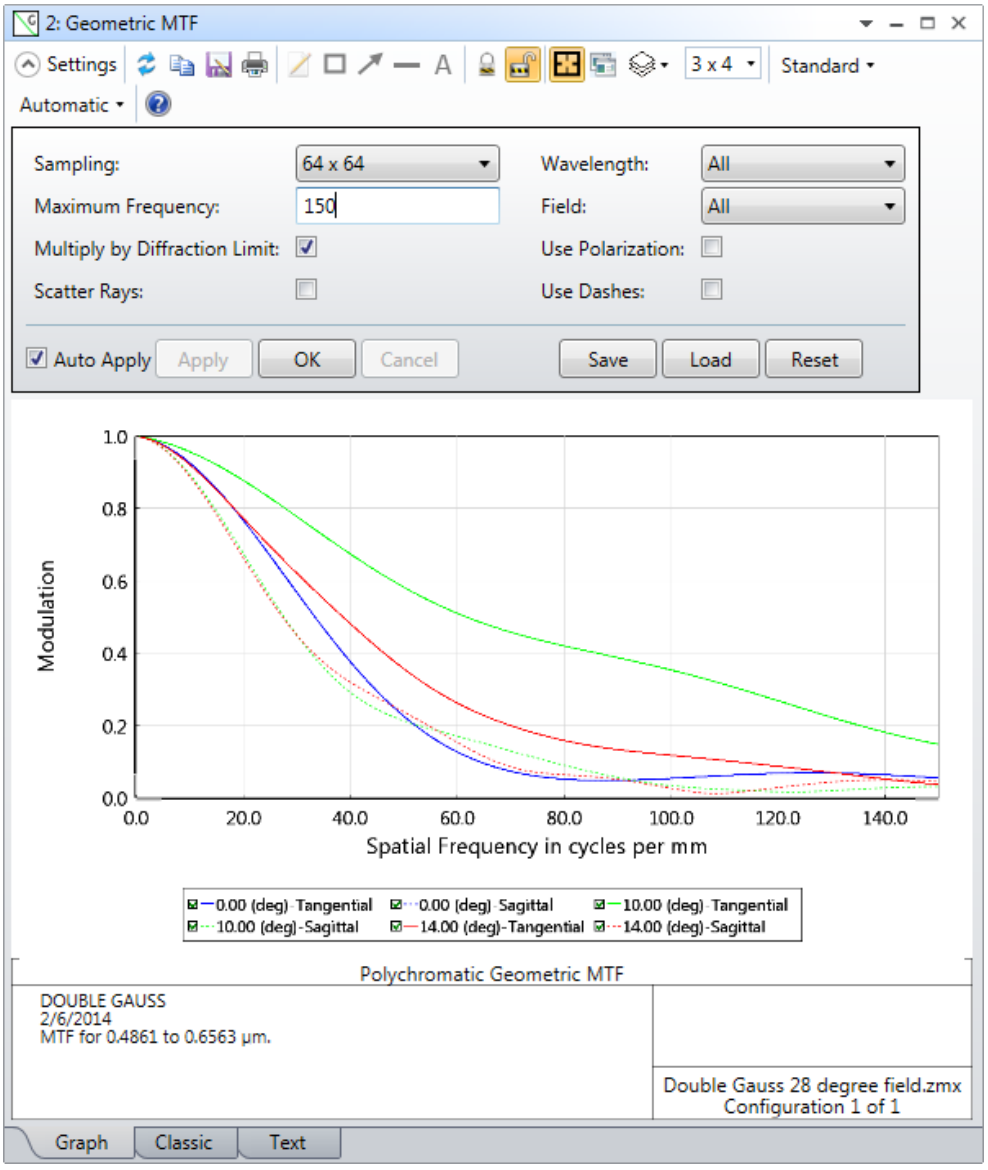
详述 此功能与“FFT MTF vs. 视场”非常相似，不同的是计算 MTF 使用的是惠更斯方法而非 FFT 方法。有关惠更斯 MTF 方法的详细信息，请参阅“惠更斯 MTF”。

几何 MTF





计算几何 MTF，即基于光线像差数据的衍射 MTF 近似值。



采样　　用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

最大频率 绘图数据所依据的最大空间频率（参阅“MTF 单位”）。

波长　　计算中将使用的波长编号。

视场　　计算中使用的视场编号。

乘以衍射极限　　勾选后，将乘以衍射极限以调整几何 MTF，从而为具有较小像差的系统得出更真实的结果。应经常使用。

使用偏振　　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

散射光线　　如勾选，将以统计方式在光线与表面交点处散射，且在相交表面已定义散射特性。请参阅“表面散射设置”。

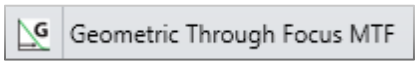
使用虚线　选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。

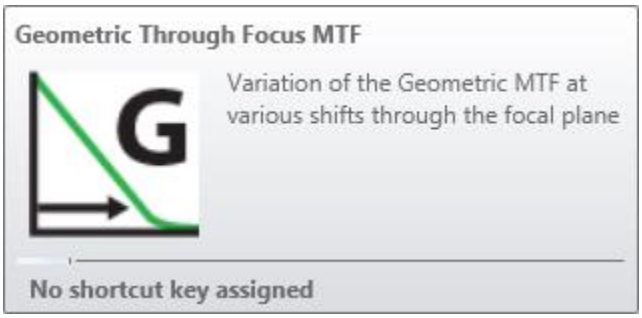
详述

如果系统不接近衍射极限，则几何 MTF 是衍射 MTF 的很好的近似值。使用几何 MTF 的主要优势，是对于像差较大（过多波数）的系统也可以准确计算衍射 MTF。对于像差较大的系统，几何 MTF 在低空间频率也很准确。

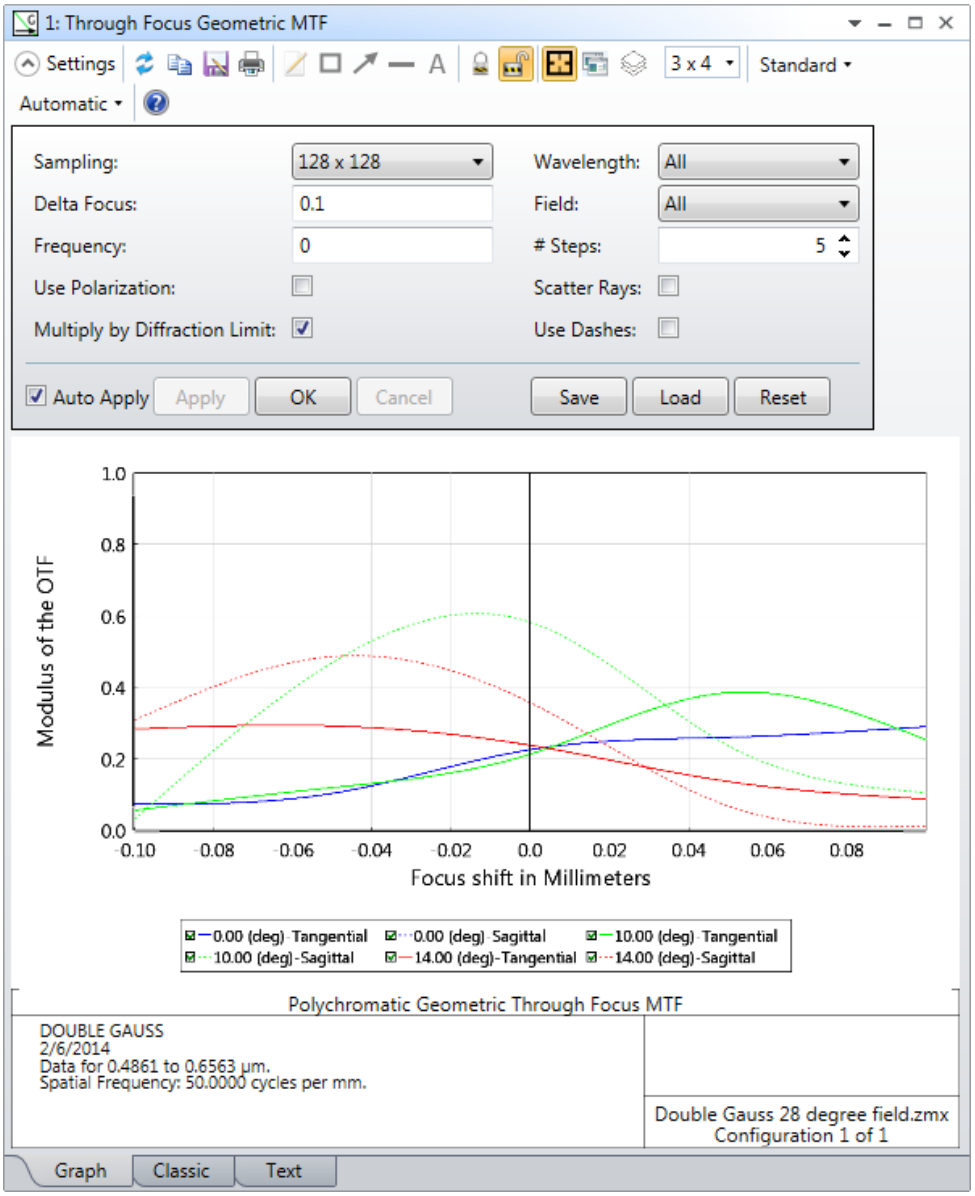
几何算法的本质是在像方空间坐标中完成计算。因此，旋转像面将影响已计算的 MTF 的方向。子午响应对应于沿像方空间 X 轴方向的周期性目标图像，弧矢响应对应于以沿像方空间 Y 轴方向的周期性目标图像。这不同于“FFT MTF”的规约

离焦几何 MTF





计算指定空间频率下的离焦几何 MTF 数据。



采样　　用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

离焦范围 对于聚焦系统，离焦范围是指绘图时 ± Z 轴的范围（单位为镜头单位）。对于无焦系统，离焦范围是指绘图时 ± 光焦度范围（以屈光度为单位）。

频率 绘图数据所依据的空间频率（请参阅“MTF 单位”）。

步长数 计算数据的焦面数量。通过已计算的点绘制平滑曲线。步长数越多，准确度越高，但计算时间也会更长。在“步长数”计算得出的数据点形成的平滑样条曲线基础上，在每个选定的视场点处基于取样 101 个点，在文本中输出这些数据。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 计算中将使用的视场编号。

乘以衍射极限 勾选后，将乘以衍射极限以调整几何 MTF，从而为具有较小像差的系统得出更真实的结果。应经常使用。

使用偏振 如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

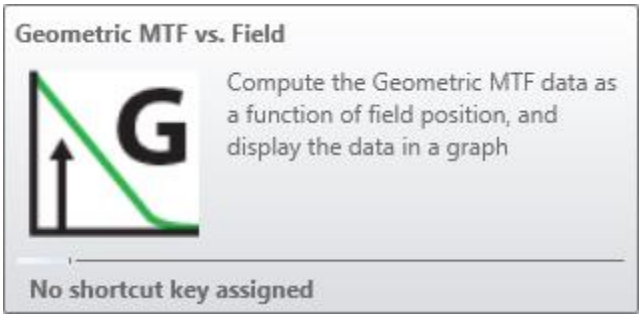
散射光线 如勾选，将以统计方式在光线与表面交点处散射，且在相交表面已定义散射特性。请参阅“表面散射设置”。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。

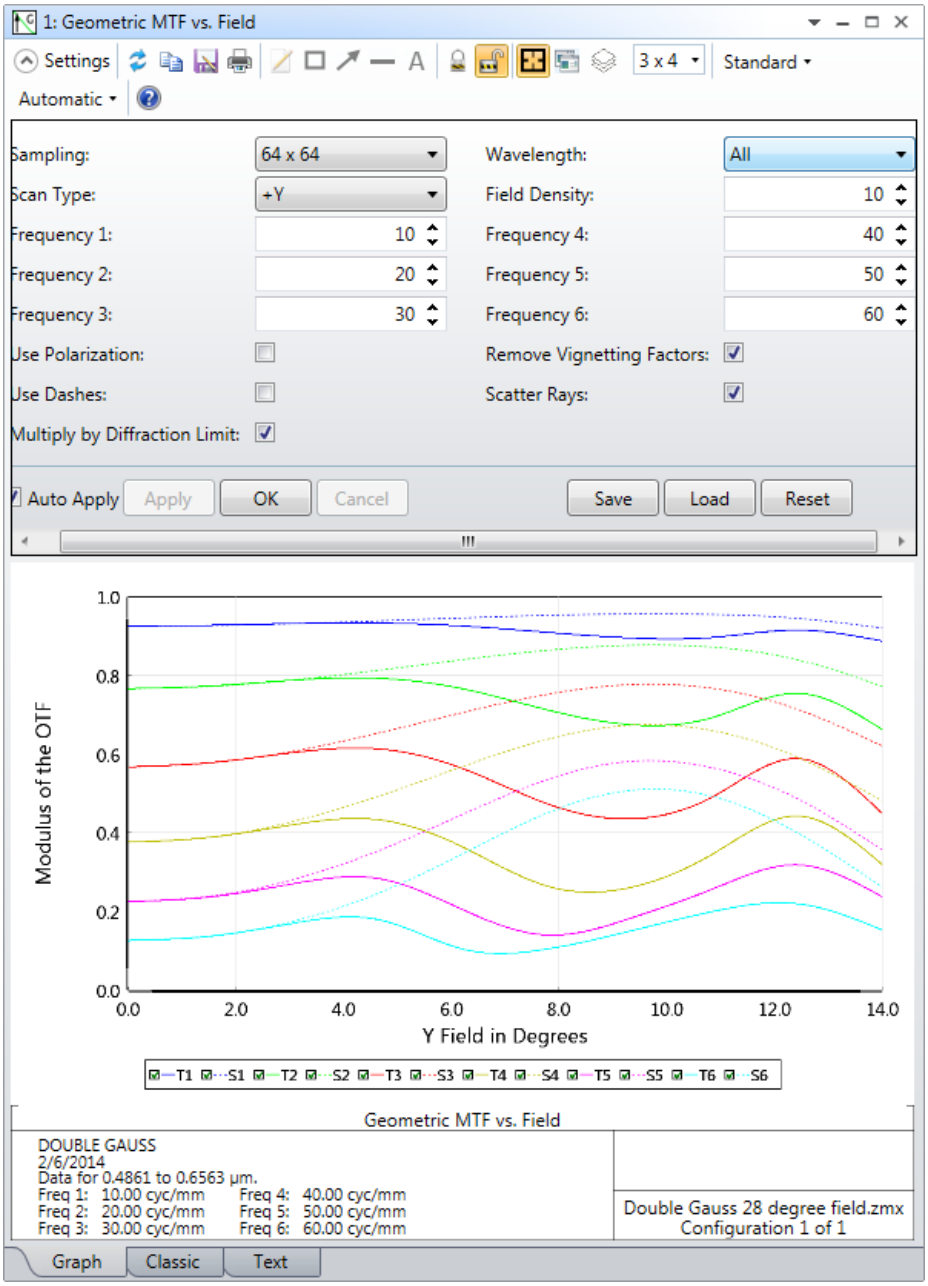
详述 请参阅“几何 MTF”，以了解详细信息。

几何 MTF vs. 视场





计算随视场位置变化的几何调制传递函数数据。



设置 这些设置与“FFT MTF vs. 视场”功能的设置相同，但增加了“散射光线”功能，以及是否根据衍射极限调整的选项。

采样 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

频率 1-6 绘图数据所依据的空间频率（参阅“MTF 单位”）。

波长 计算中将使用的波长编号。

使用偏振 如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。

除去渐晕因子 如勾选，将自动除去渐晕因子。参见下文详述部分中关于渐晕因子的注解。

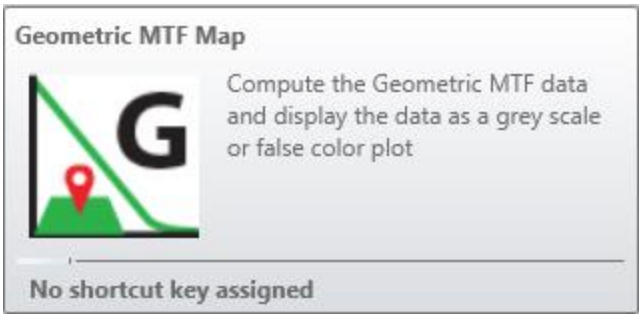
视场密度 视场密度是指零度和最大视场（计算 MTF 和内插中间值的视场）之间的取点数量。最多允许 100 个视场点。

扫描类型 选择 +y、+x、-y 或 -x 视场扫描方向。

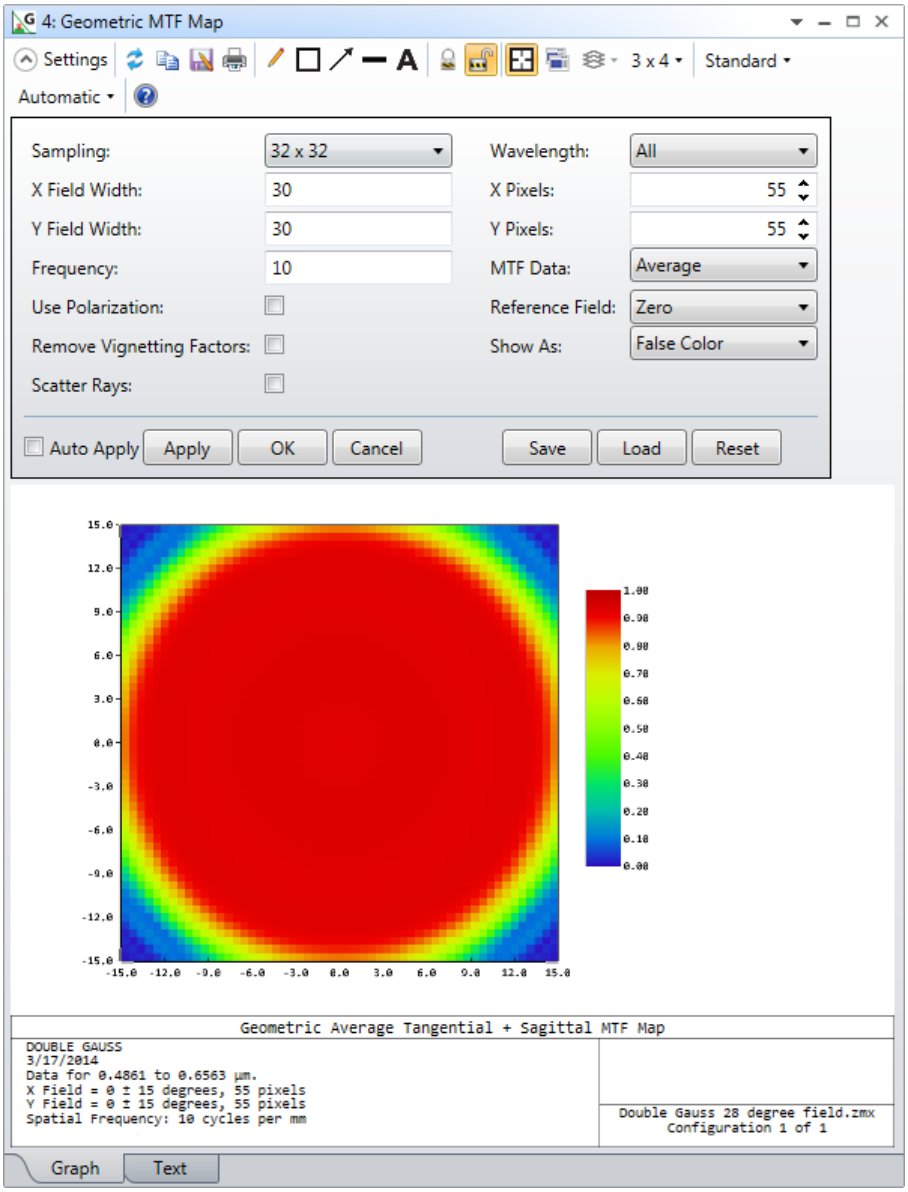
详述 此功能与“（衍射）MTF vs. 视场”功能几乎一致，不同的是使用几何 MTF 而非基于衍射的 MTF

二维视场几何 MTF





计算随视场位置变化的几何调制传递函数数据，并在矩形视场区域上显示这些数据。



采样　　用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

X 或 Y 视场宽度　X 或 Y 视场宽度（以视场单位为单位）。这是全宽或全高，而不是半宽或半高。如果使用视场类型为角度，则在物方空间中视场单位为度，否则视场单位与镜头单位相同。

频率　　图中数据所依据的空间频率（参阅“MTF 单位”）。

使用偏振　　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

波长　　计算中将使用的波长编号，或者对复色 GMTF 使用“所有”选项。

X 或 Y 像素　计算各自方向的 MTF 所使用的像素数。请注意，像素的大小由像素的数目和视场的宽度确定；不要求像素必须为方形。为了便于显示，假设 MTF 的计算结果将位于单个像素的整个区域上，而实际上则是在单个像素的中心计算的 MTF。

MTF 数据　　选择要显示的子午、弧矢或平均 GMTF。

参考视场　　此选项可选择与绘图中心相对应的视场编号。若值为零，是指物中心 (hx = 0, hy = 0)，即使没有定义视场点，也使用中心视场。

显示为　选择灰度或伪色图作为显示选项。

如勾选，将以统计方式在光线与表面交点处散射，且在相交表面已定义散射特性。

请参阅“表面散射设置”。

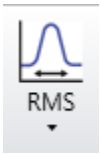
除去渐晕因子　　如勾选，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

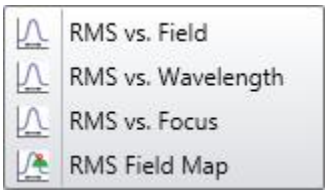
详述　请参阅“几何 MTF”，以了解详细信息。此功能可计算二维网格上每个视场点的 GMTF。如果总点数较大，则计算时间可能会很长。另请参阅“二维视场 FFT MTF”。

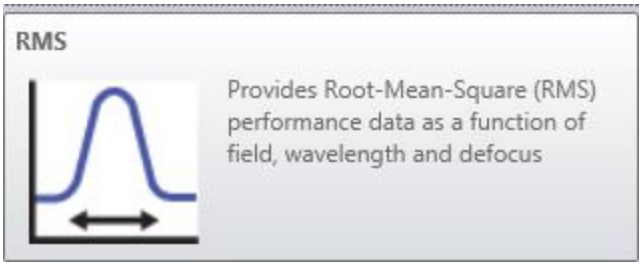
关于渐晕因子的注解

渐晕因子用于确定从不同视场点看到的光瞳的尺寸和形状（参见“渐晕因子”查看完整详述）。由于此分析功能需要追迹未定义具体渐晕因子的任意中间视场点处的光线，因此不建议使用渐晕因子。如果选中“除去渐晕因子”（默认），则在此计算中，任何定义的渐晕因子都将自动替换为表面孔径。在光线充满光瞳的情况下，表面孔径方法通常比渐晕因子方法更加准确。两种方法得出的数据可能不同。在某些情况下，特别是当使用渐晕因子定义源光束的形状而不是系统的孔径时，可能需要使用已定义的渐晕因子。在这种情况下，取消勾选“除去渐晕因子”选框。之后，OpticStudio 将使用最接近的已定义视场来确定任意视场点要使用的渐晕因子。

RMS

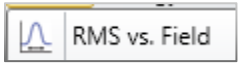


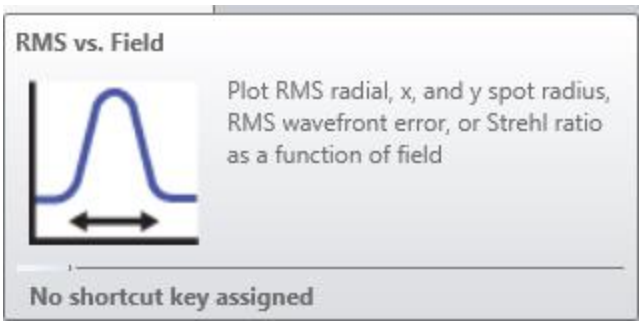




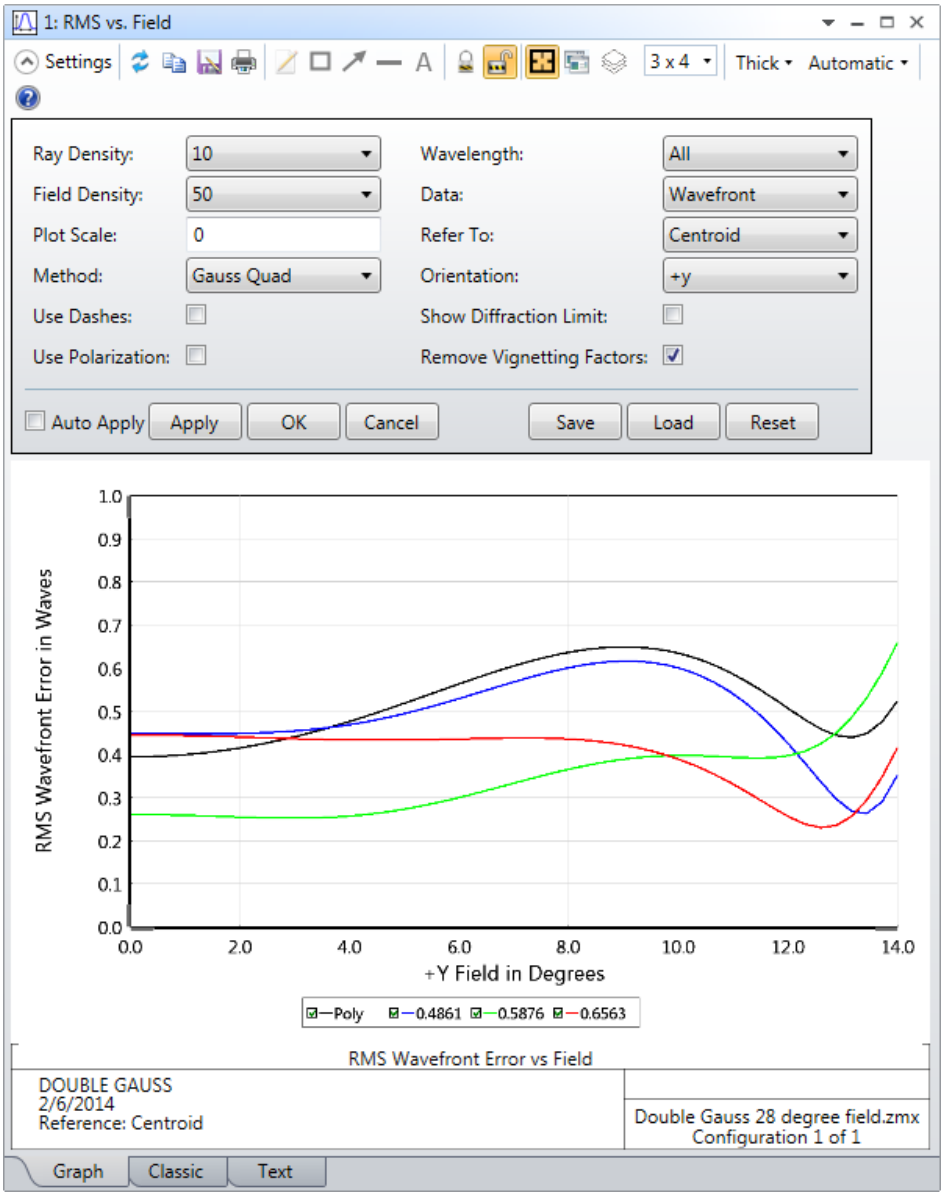
显示随视场、波长、离焦等变化的均方根（RMS）函数图

RMS vs. 视场





显示 RMS （径向、X 和 Y 方向）光斑半径、RMS 波前差或斯特列尔比随视场角度变化的函数图。



光线密度　　如果采样方法为高斯求积，则光密度将指定要追迹的径向光线的数目。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。最大值为 20，这足以满足计算高达 40 阶的光瞳像差的需求。如果采样方法为矩形阵列，则光密度将指定网格尺寸。环形入瞳之外的光线将被忽略。请参阅“详述”部分了解详细信息。

视场密度　　视场密度是指零度和指定的最大视场角度（用来计算 RMS/斯特列尔比，通过插值计算中间值）之间的取点数量。最多允许 100 个视场点。

图形缩放　　设置最大纵轴缩放比例。输入零则为自动缩放。

方式　选择高斯求积 (GQ) 或矩形阵列 (RA)。请参阅“关于 RMS 计算方法的注解”。

数据　选择波前差、光斑半径、X 光斑、Y 光斑 或斯特列尔比。斯特列尔比仅适用于单色计算，可使用第 206 页的“斯特列尔比近似公式”中所述方法进行计算。对于复色光斯特列尔比，请参阅“惠更斯 PSF”。

参照　选择主光线或质心。对于单色计算，使用指定波长作为参考。对于复色光计算，使用主波长作为参考。两种参考都减去了波前 piston 项。质心参考还减去了波前倾斜项，质心参考将得到较小的 RMS 值。

方向　选择 +y、-y、+x 或 -x 视场方向。注意：数据只计算到选定方向上已定义的最大视场。

使用虚线　　选择实线或虚线以区分不同的曲线。

波长　若选择“所有”，则显示每个波长的数据以及复色光计算结果；若选择任一波长，则显示单色数据；若选择“仅复色光”，则仅显示复色光数据；若选择“复色光除外”，则显示全部单色数据，而不显示复色光数据。只能对单波长计算斯特列尔比。

显示衍射极限　如勾选，则在图表上将绘制表示衍射极限响应的横线。对于 RMS 半径，x 光斑 或 y 光斑，假设衍射极限为 1.22 倍轴上工作 F/# 乘以波长（如果是复色光，则是主波长）。忽略因视场 F/# 变化导致的衍射极限变化；在绘图范围中使用一个值。对于斯特列尔比，使用 0.8；对于 RMS 波前，使用 0.072 波数（waves）。这些仅仅是出于方便而采用的近似指标；“衍射极限”的实际含义可能有多种解释。

使用偏振　　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

除去渐晕因子　　如勾选，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

详述

此功能可计算随各波长视场角度变化的 RMS 误差或斯特列尔比。

关于 RMS 计算方法的注解

提供两种不同算法：高斯求积 (GQ) 或矩形阵列 (RA)。对于 GQ，所追迹光线按放射状图样排列，使用最小光线数和最佳权重评估 RMS。有关此方法的说明，请参阅 G. W. Forbes 编写的 ″Optical system assessment for design: numerical ray tracing in the Gaussian pupil″(J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 5, No. 11, p1943 (1988)。尽管此方法很有效，但如果某些光线因表面孔径被遮挡，此算法也不准确。要在有表面孔径的系统中计算 RMS 波前数据，需要使用 RA 方法以及大量光线才能保证足够准确。有关更多信息，请参阅“选择光瞳采样方法”。

关于 RMS 波前计算的注解

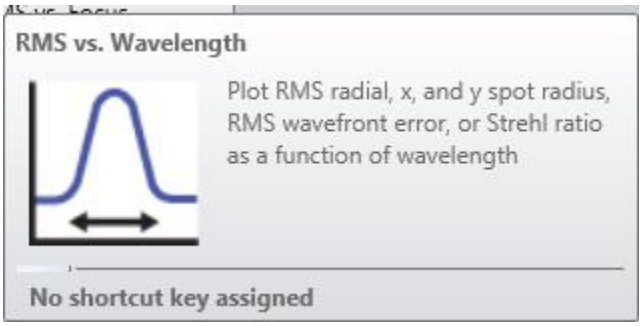
减去平均值的 RMS 波前差的计算公式如下：

$$W_{RMS}{}^2 = \sum_{i=1}^{n}\frac{1}{w_n}\times\sum_{i=1}^{n}\left(W_n{}^2\cdot w_n\right)-\left[\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{W_n}\times\sum_{i=1}^{n}W_n\cdot w_n\right]^2$$

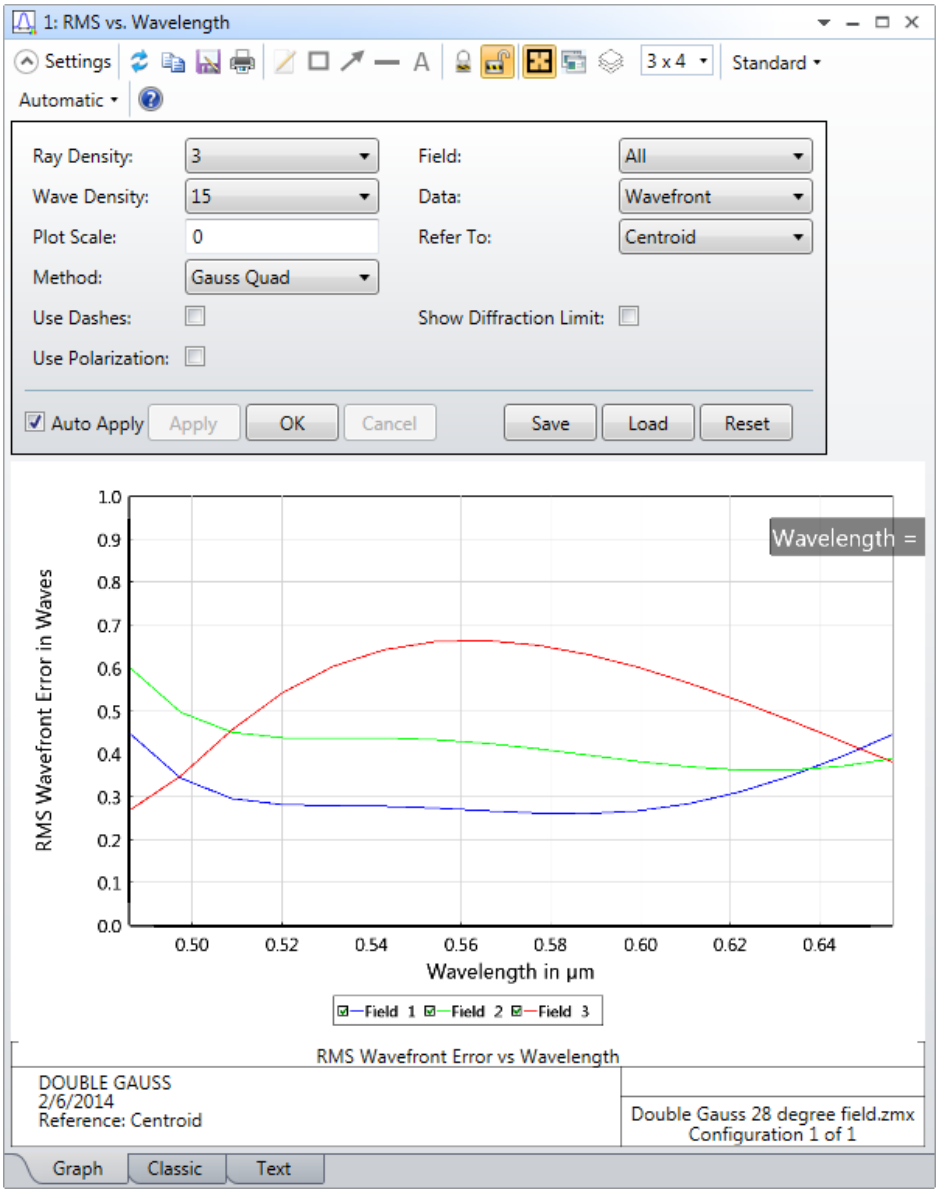
其中 W_n 是光瞳给定点的 OPD，而 w_n 是光瞳给定点的权重。对于 RMS 波前计算，OpticStudio 始终会减去平均 OPD。在参考质心时，RMS 波前计算还需要计算偏移、倾斜的参考球面。由于可能存在慧差，未校正的原始 OPD 值没有考虑像面质心位置。有关校正方法的说明，请参阅 M. Rimmer 编写的″Analysis of Perturbed Lens Systems″(Applied Optics Vol. 9, No. 3, p533 (1970)。在使用各种 RMS 波前优化函数的优化操作数计算参考质心的 RMS 波前值时，使用的也是这一方法。此方法比简单的“原始”OPD 值直接积分法更准确，后者参考以主光线与像面交点为中心的球面。

RMS vs. 波长





显示 RMS 光斑半径（径向、x 方向和 y 方向）、RMS 波前差或斯特列尔比随波长变化的函数图。



光线密度　　如果采样方法为高斯求积，则光密度将指定要追迹的径向光线的数目。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。最大值为 20，这足以满足计算高达 40 的阶光瞳像差的需求。如果采样方法为矩形阵列，则光密度将指定网格尺寸。环形入瞳之外的光线将被忽略。请参阅“详述”部分了解详细信息。

波长密度　　波长密度是指最小和最大定义波长（用来计算 RMS/斯特列尔比，中间值通过插值得到）之间的取点数量。最多允许 100 个点。

图形缩放　　设置最大纵轴缩放比例。输入零则为自动缩放。

方式　选择高斯求积 (GQ) 或矩形阵列 (RA)。请参阅“关于 RMS 计算方法的注解”。

数据　选择波前差、光斑半径、光斑 x 轴方向、光斑 y 轴方向或斯特列尔比。

参照　选择主光线或质心。两种参考都减去了波前 piston 项。质心参考还减去了波前倾斜项，质心参考将得到较小的 RMS 值。

使用虚线　选择实线或虚线以区分不同的曲线。

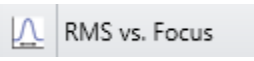
视场　若选择“所有”，可显示所有视场的数据，若选择一个视场，可显示单个视场的数据。

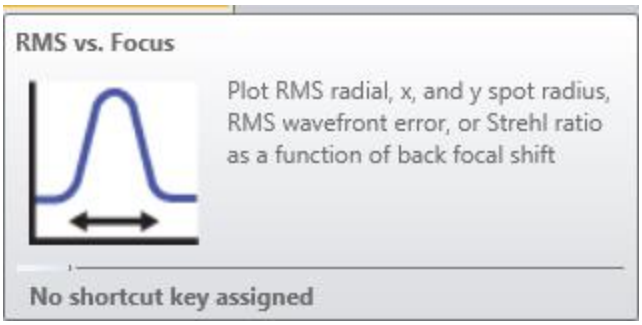
显示衍射极限　如勾选，则在图表上将绘制表示衍射极限响应的横线。对于 RMS 半径，x 光斑 或 y 光斑，假设衍射极限为 1.22 倍轴上工作 F/# 乘以波长（如果是复色光，则是主波长）。忽略因视场 F/# 变化导致的衍射极限变化；在绘图范围中使用一个值。对于斯特列尔比，使用 0.8；对于 RMS 波前，使用 0.072 波数（waves）。这些仅仅是出于方便而采用的近似指标；“衍射极限”的实际含义可能有多种解释。

使用偏振　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

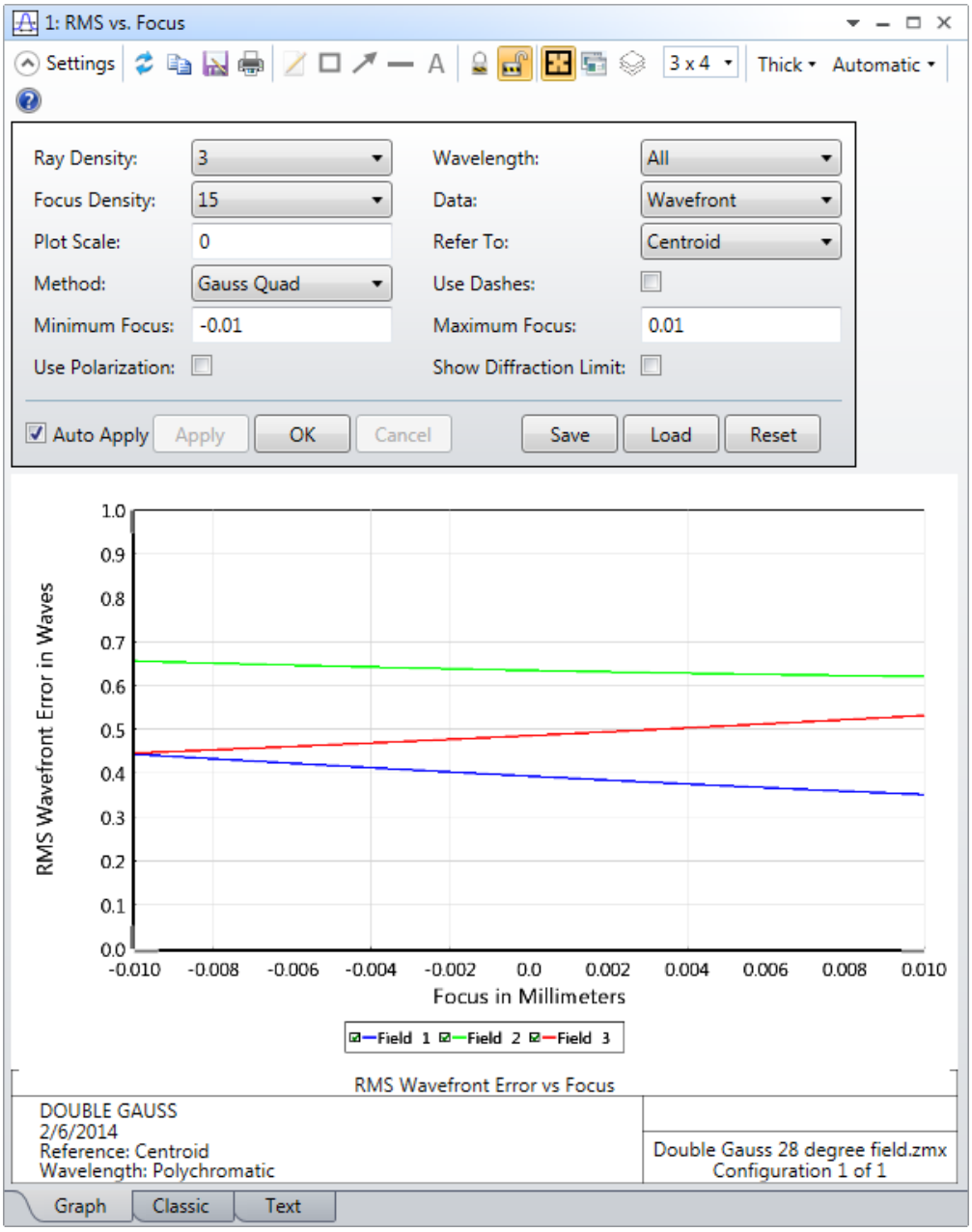
详述　此功能可计算随各视场位置的波长变化的 RMS 误差或斯特列尔比。此计算方法与“RMS vs. 视场”中介绍的方法相同；请参阅该部分查看详述信息。波长范围由波长对话框中定义的最小和最大波长决定。

RMS vs. 离焦





显示 RMS 光斑半径（径向、x 方向和 y 方向）、RMS 波前差或斯特列尔比随焦点位置变化的函数图。



光线密度　　如果采样方法为高斯求积，则光密度将指定要追迹的径向光线的数目。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。最大值为 20，这足以满足计算高达 40 阶的光瞳像差的需求。如果采样方法为矩形阵列，则光密度将指定网格尺寸。环形入瞳之外的光线将被忽略。请参阅“详述”部分了解详细信息。

焦点密度　　焦点密度是指指定的最小和最大焦移（用来计算 RMS/斯特列尔比，中间值通过插值得到）之间的取点数量。最多允许 100 个点。

图形缩放　　设置最大纵轴缩放比例。输入零则为自动缩放。

方式　　选择高斯求积 (GQ) 或矩形阵列 (RA)。请参阅“关于 RMS 计算方法的注解”。

数据　　选择 RMS 波前差、RMS 光斑半径、RMS x 半径、RMS y 半径或斯特列尔比。斯特列尔比仅适用于单色计算，可使用“斯特列尔比近似公式”中所述方法进行计算。对于复色光斯特列尔，请参阅“惠更斯 PSF”。

使用虚线　　选择实线或虚线以区分不同的曲线。

参照　　选择主光线或质心。对于单色计算，使用指定波长作为参考。对于复色光计算，使用主波长作为参考。两种参考都减去了波前 piston 项。质心参考还减去了波前倾斜项，质心参考将得到较小的 RMS 值。

波长　　若选择“所有”，可显示复色光计算的数据；若选择任一波长，可绘制单色数据。

最小焦点　　要绘制的最小离焦值。对于聚焦系统，单位为镜头单位。对于无焦系统，单位为屈光度。

最大焦点　　要绘制的最大离焦值。对于聚焦系统，单位为镜头单位。对于无焦系统，单位为屈光度。

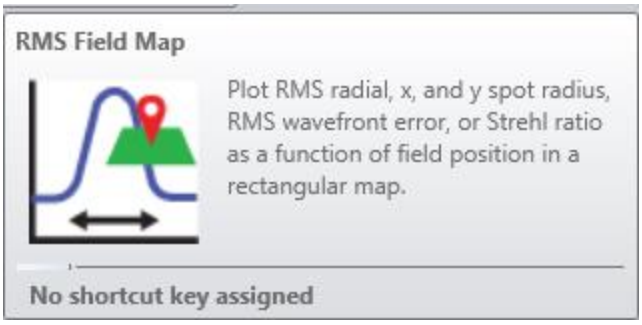
显示衍射极限　　如勾选，则在图表上将绘制表示衍射极限响应的横线。对于 RMS 半径，x 光斑 或 y 光斑，假设衍射极限为 1.22 倍轴上工作 F/# 乘以波长（如果是复色光，则是主波长）。忽略因视场 F/# 变化导致的衍射极限变化；在绘图范围中使用一个值。对于斯特列尔比，使用 0.8；对于 RMS 波前，使用 0.072 波数（waves）。这些仅仅是出于方便而采用的近似指标；“衍射极限”的实际含义可能有多种解释。

使用偏振　　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

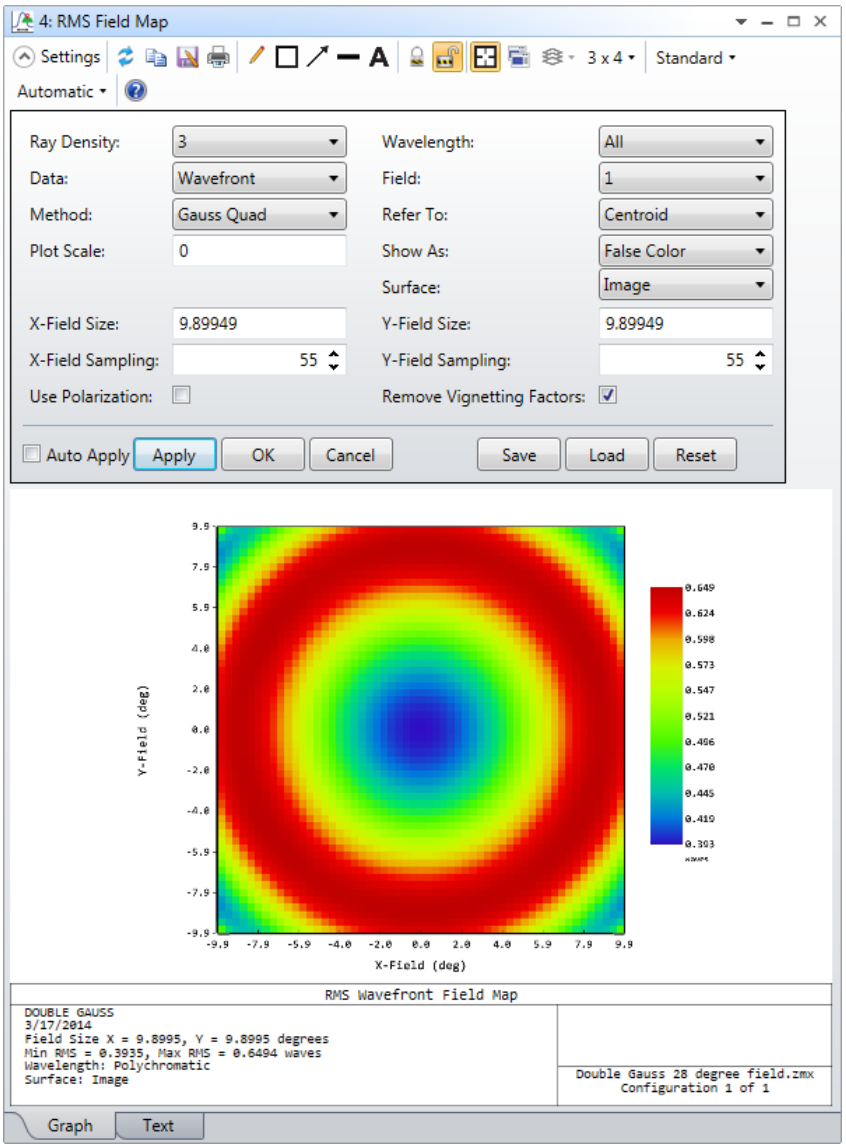
详述　此功能可计算随各视场位置的焦点位置变化的 RMS 误差或斯特列尔比。此计算方法与“RMS vs. 视场”中介绍的方法相同；请参阅该部分查看详述信息。OpticStudio 会将指定焦移量添加到像面前一个表面的厚度值中。如果光学系统的镜面数是奇数，此表面的厚度值通常是负数，因此负离焦值会使像面远离最后一个元件。对于镜面数量是偶数的系统，负离焦值会使像面靠近最后一个元件。

RMS 二维视场图





显示 RMS 光斑半径（径向、x 方向 和 y 方向）、RMS 波前差或斯特列尔比随视场变化的函数图。



光线密度　　如果采样方法为高斯求积，则光密度将指定要追迹的径向光线的数目。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。最大值为 20，这足以满足计算高达 40 项的光瞳像差的需求。如果采样方法为矩形阵列，则光密度将指定网格尺寸。环形入瞳之外的光线将被忽略。请参阅“详述”部分了解详细信息。

数据　　选择波前差、光斑半径、光斑 x 半径、光斑 y 半径或斯特列尔比。如果所选方法是矩形阵列，则粗略估算的 PTV 也可作为其中一个“数据”选项。注意：PTV 仅仅取决于光瞳中的两个点，因此如果不依靠多采样和较长的计算时间，则很难获得准确的 PTV。对于“斯特列尔比”和“PTV”，需要选择单个波长；不支持复色光计算。

方式　　选择高斯求积 (GQ) 或矩形阵列 (RA)。请参阅“关于 RMS 计算方法的注解”。

图形缩放　　设置最大纵轴缩放比例。输入零则为自动缩放。

波长　　若选择“所有”，可显示复色光数据；若选择任一波长，可显示单色数据。只能对单波长计算斯特列尔比和 PTV 波前值。

视场　　选择参考视场。矩形视场将以选定视场点为中心。

参照　　选择主光线或质心。两种参考都减去了波前 piston 项。质心参考还减去了波前倾斜项，质心参考将得到较小的 RMS 值。

显示为　选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

表面　　选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”

轮廓格式　　轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串”。

X/Y 视场大小　X 或 Y 方向的半视场宽度（以视场单位为单位）。注意：此视场以上文“视场”设置中选定的参考视场为中心。

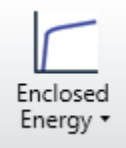
X/Y 视场采样　数据采样所使用的 X 或 Y 方向的点数。

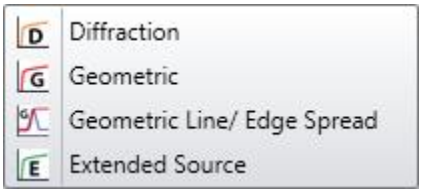
使用偏振　　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

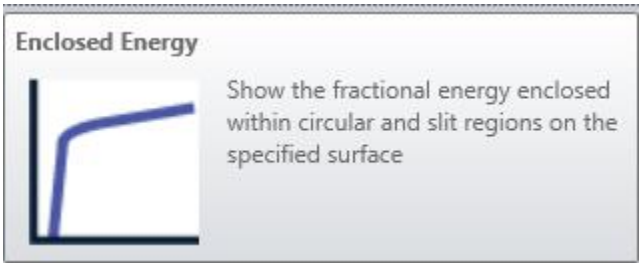
除去渐晕因子　如果选中，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

详述　此功能可计算随视场位置变化的 RMS 误差或斯特列尔比。此计算方法与“RMS vs. 视场”中介绍的方法相同；请参阅该部分查看详述信息。

圈入能量



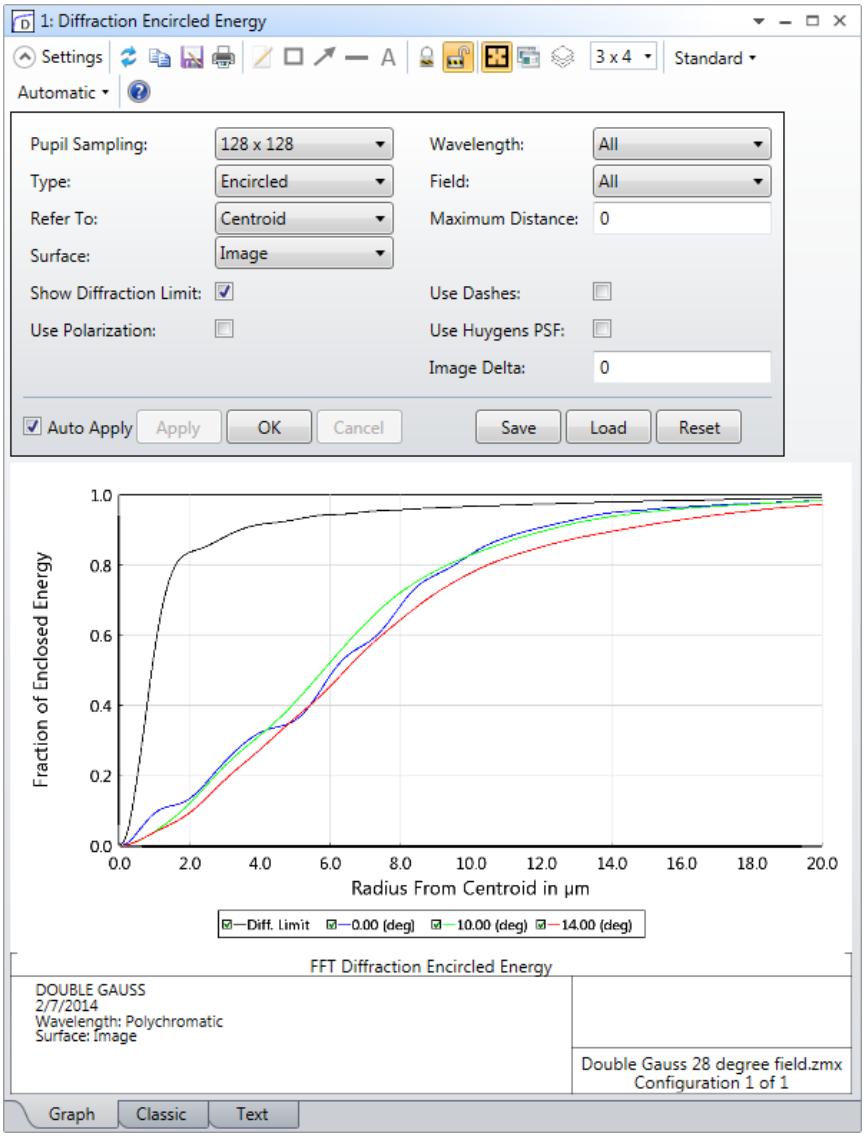




显示指定表面上包围在圆内或缝区域内的能量百分比

衍射（圈入能量）

圈入能量图。圈入能量占总能量的百分比值是到主光线或像面质心距离的函数。



采样　　用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

类型　　此分析类型选项指定了圈入能量的计算方法；可为圈入（径向）、仅 X 、仅 Y 或方形内。

最大距离　　输入的值将覆盖默认缩放。单位是微米。要设置为默认缩放，请输入零。

使用虚线　　选择实线或虚线以区分不同的曲线。

参照　选择“主光线”、“质心”或“顶点”作为参考点。顶点是指像面上的坐标 (0, 0)。仅当所有选定视场的衍射图像在顶点的最大距离内时，此选项才返回有意义的数据。在选择顶点后，OpticStudio 无法检测采样是否充足，因此应仔细将采样值设置得足够高，才能获得准确的结果。

表面　选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

波长　计算中将使用的波长编号。

视场　计算中使用的视场编号。

显示衍射极限　如果选中，将计算并显示衍射极限结果。请参阅下面的“详述”。

使用惠更斯 PSF　如果选中，则使用速度较慢但更准确的惠更斯 PSF 方法计算 PSF。如果像面是倾斜的，或者主光线与像面法线不太接近，则始终使用此选项。

像面采样　如果选中“使用惠更斯 PSF”，则此选项允许使用用户指定的像面采样网格。默认设置选择的每个方向网格大小是该方向光瞳采样网格的 2 倍。

像面采样间距　此选项可选择像面网格上的点间隔（以微米为单位）。零为默认像面采样间距。

使用偏振　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

详述

请参阅 FFT 和惠更斯 PSF 的详述部分。这些注解同样适用于此功能。

衍射圈入能量计算的准确性受限于 OPD 差的大小和斜率以及所使用采样密度。如果采样密度不足，OpticStudio 将发出错误消息，表明数据不准确。要提高准确性，请增加采样密度或减少 OPD 差。如果显示了衍射极限曲线，则该曲线将显示参考视场位置的无像差响应（请参阅“规约和定义”一章中的“衍射极限”）。

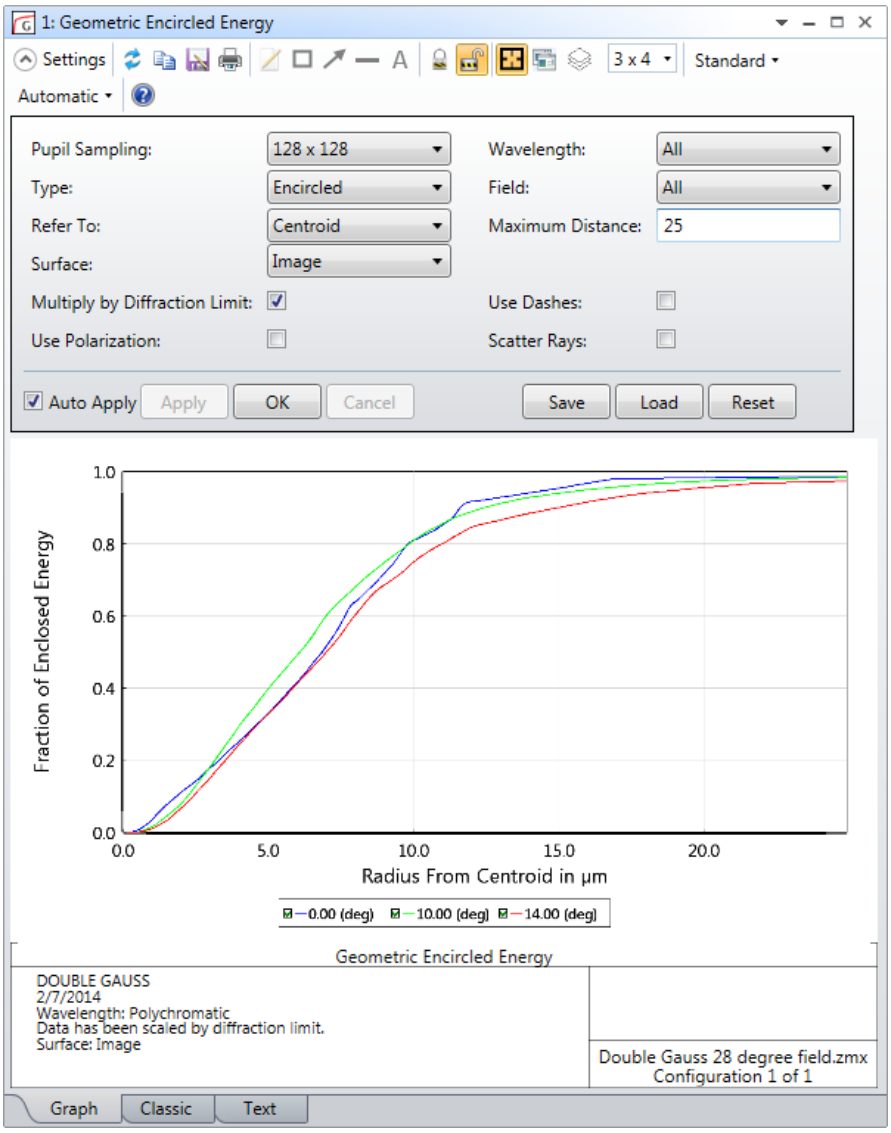
对于 OPD 差较小系统，从像面质心开始向外扩散较长距离处 PSF 的能量有限。对于此类系统，在距离较短（在艾里半径范围内）和长距离上要准确进行追迹能量的计算都非常具有挑战性。在此类情况下，使用低

采样时，可能导致错误结果。对于此类系统，通常需要使用高采样值，才能在整个 PSF 范围内获得准确的结果。

仅 X 轴和仅 Y 轴选项分别计算 PSF 在 y 轴或 x 轴范围内的[-y,y]或[-x,x]的能量百分比，以选定参考点为质心。例如，x 值为 10 微米的仅 X 圈入能量代表了在 x 方向 20 微米的范围内的能量百分比，以参考点为质心，且在另一方向是无限大的。

几何

使用光线与像面交点计算圈入能量。



采样　　用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

类型　　此分析类型选项指定了圈入能量的计算方法；可为圈入（径向）、仅 X 、仅 Y 或方形内。

最大距离　　输入的值将覆盖默认缩放。单位是微米。要设置为默认缩放，请输入零。

使用虚线　　选择实线或虚线以区分不同的曲线。

参照　选择“主光线”、“质心”或“顶点”或中心作为参考点。中心是圈入所有光线交点的最小圆的中心坐标。

表面　选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

波长　计算中将使用的波长编号。

视场　计算中将使用的视场编号。

乘以衍射极限　如勾选，OpticStudio 按（通过轴对称艾里斑计算得到的）衍射极限曲线理论值对几何数据进行缩放，从而估算衍射圈入能量的近似值。计算遮光或不对称的光瞳衍射极限函数的唯一方法是，执行精确的衍射计算，在此情况下，应使用衍射圈入能量工具。衍射极限近似法仅适用于具有未遮阑光瞳、像面合理旋转对称和视场角适中的系统，因为近似法会忽略视场 F/# 变化。

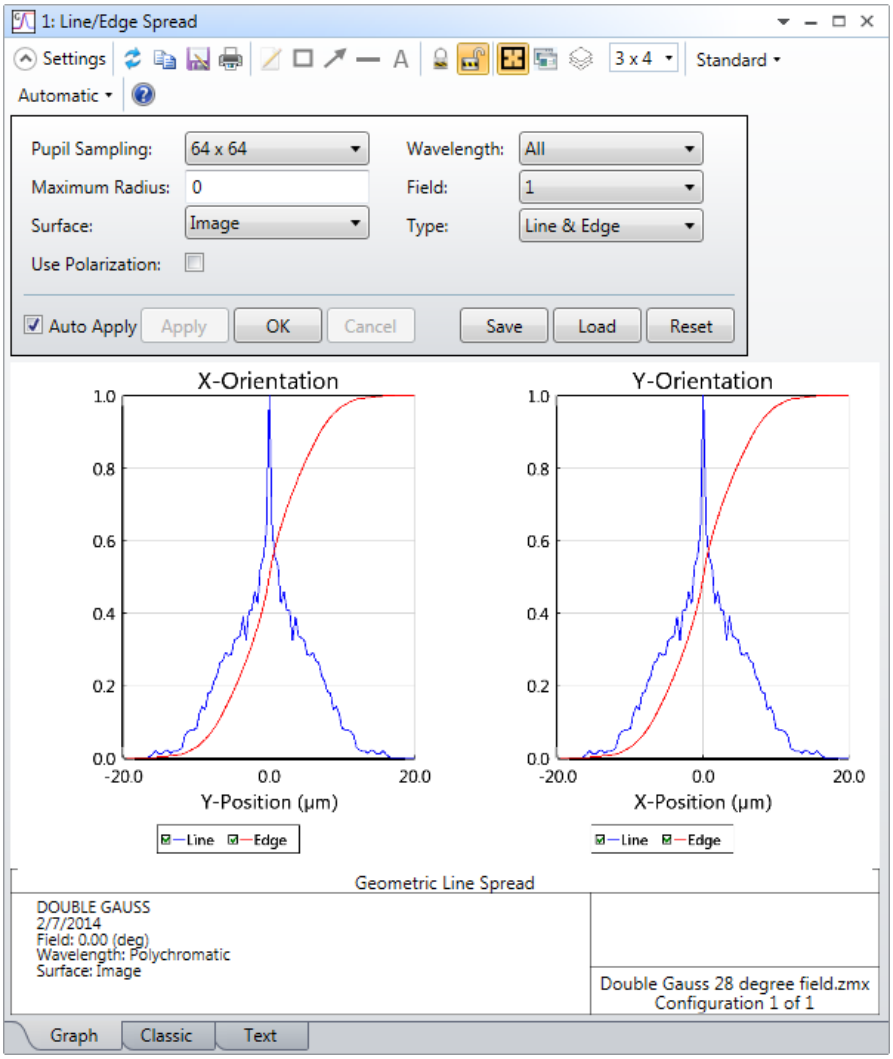
使用偏振　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

散射光线　如勾选，将以统计方式在光线与表面交点处散射，且在相交表面已定义散射特性。请参阅“表面散射设置”。

详述　仅 X 和仅 Y 选项将计算包含加上或减去相对于主光线或质心指定距离的光线所占百分比。如果显示 10 微米的尺度，则圈入区域将跨越 20 微米（且在另一轴的方向为无限大）。如果系统接近衍射极限，那么几何圈入能量不是一种很好的性能评估分析工具。

几何线/边缘扩散

计算线物体和边缘物体的几何响应。



采样　　用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是 32x32、64x64 等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

最大半径　　输入的最大半径将覆盖默认缩放。单位是微米。要输入默认缩放选项，请输入零。

表面　　选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

波长　　计算中将使用的波长编号。

视场　　计算中使用的视场编号。

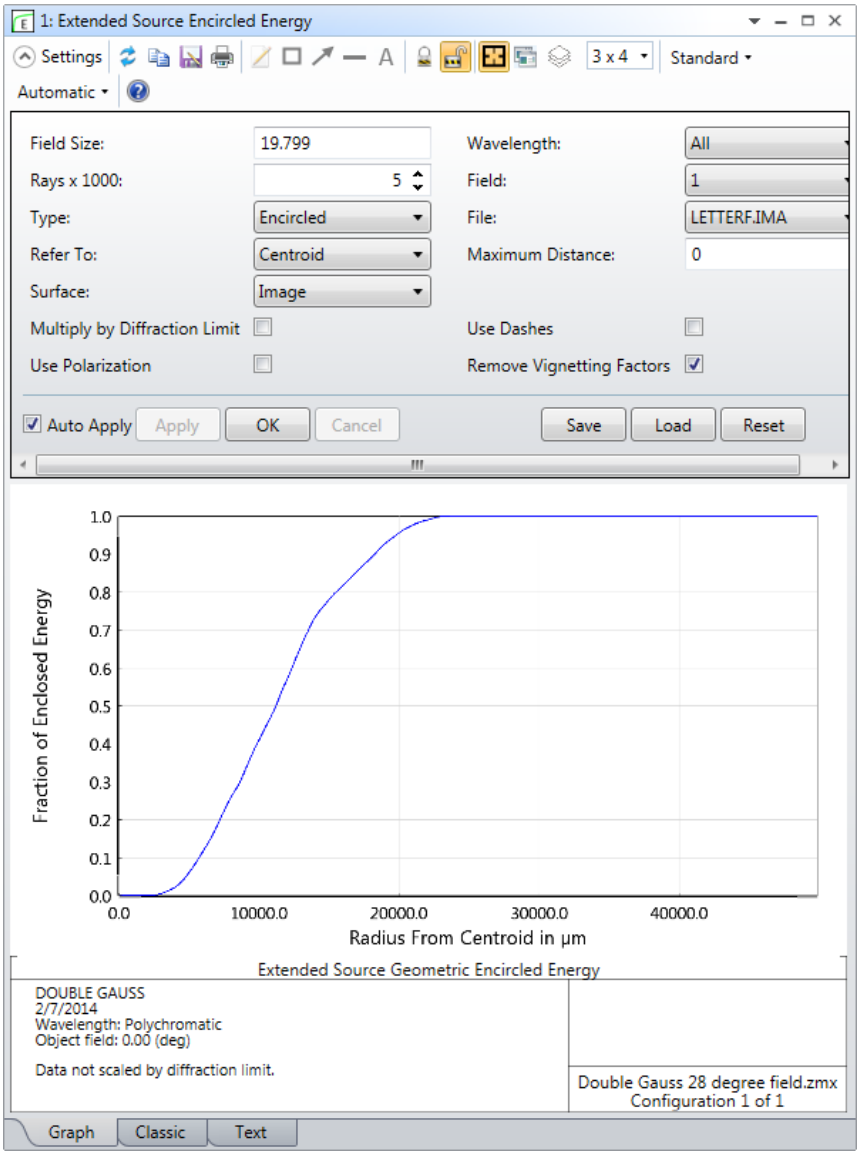
类型　　类型选项指定图表上显示的数据：“线&边缘”、“仅线”或“仅边缘”。

使用偏振　　如勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

详述　线响应函数（或线扩散函数，LSF）是线物体成像的截面图。边缘扩散函数 (ESF) 是边缘（半无限平面）所成像的截面图。X 或 Y 方向是指线或边缘的方向。X 方向代表线或边缘与 X 轴平行。Y 方向代表线或边缘与 Y 轴平行。LSF 和 ESF 是根据 FFT PSF 积分计算的。另请参阅“几何线/边缘扩散”

扩展光源

使用扩展光源计算圈入能量，与几何图像分析功能相似。



视场大小　　此值定义了视场坐标中方形图像文件的全宽，它可以使用镜头单位或度数，具体取决于当前的视场定义（分别为高度或角度）。

光线 x 1000　　此设置确定了将被追迹的光线的近似值。追迹的光线数量大约是指定数值的 1000 倍。光线数量为近似值的原因是图像中像素上的光线分布必须均匀。例如，如果图像文件有 1500 个像素，则将至少追迹 1500 条光线，即使将数值选为 1 也是如此。每个波长上的光线分布与波长权重成比例。

类型　　此分析类型选项指定了圈入能量的计算方法；可为圈入（径向）、仅 X、仅 Y 或方形内。“仅 X 轴”和“仅 Y 轴”选项有时被称为“分裂”选项，对应于裂缝扩展包含的能量占比。

还有针对 X 或 Y 分布的选项，它们显示了 x 或 y 方向的能量分布。后两项选项还可报告几何半峰全宽。X 或 Y 分布是指在一个方向窄，一个方向无限宽的像素上的能量总量。

参照　选择“主光线”、“质心”或“顶点”作为参考点。

表面　选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间像面十分有用。请参阅“在中间面上的结果评估”。

使用偏振　如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

乘以衍射极限　如勾选，OpticStudio 按（通过轴对称艾里斑计算得到的）理论衍射极限曲线对几何数据进行缩放，从而估算衍射圈入能量的近似值。OpticStudio 使用的衍射极限曲线基于未遮光的圆形光瞳计算的。计算遮光光瞳衍射极限函数的唯一方法是，执行精确的衍射计算，在此情况下，应使用衍射圈入能量功能。衍射极限近似法仅适用于具有未遮光光瞳和适度视场角的系统，因为近似法会忽略视场 F/# 变化。仅当“类型”为“圈入”时，此选项才可用。

波长　计算中将使用的波长编号。

视场　图像文件可以任何已定义的视场位置为中心。这使得较小的目标（例如条形图）可移动至视场中的任何位置。

文件　.IMA 图像文件的名称。此文件必须位于 <images> 文件夹（参见“文件夹”）。有关 IMA 文件格式的完整说明，请参阅“几何图像分析”功能中的详述部分。

最大距离　输入的值将覆盖默认缩放。单位是微米。要选择默认缩放选项，请输入零。

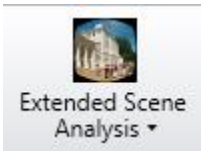
使用虚线 选择实线或虚线以区分不同的曲线。此设置仅适用于“经典视图”（可在“设置”选项卡 >“项目配置选项”>“绘图 >“启用经典视图”中打开或关闭“经典”视图）。

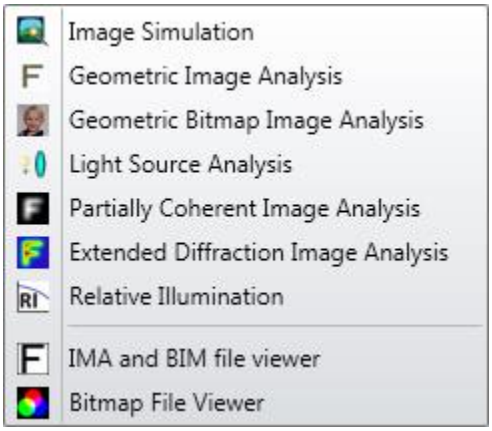
除去渐晕因子　如果选中，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

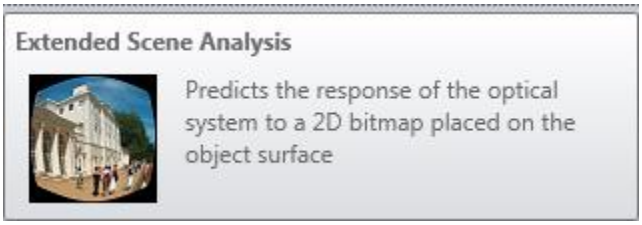
详述 仅 X 和仅 Y 选项将计算包含加上或减去相对于主光线或质心指定距离的光线所占百分比。如果显示 10 微米的尺度，则圈入区域将跨越 20 微米（且在另一轴的方向为无限大）。如果系统接近衍射极限，那么几何圈入能量不是一种很好的性能评估分析工具。

有关扩展光源建模和 IMA 文件格式的详细信息，请参阅“几何图像分析”功能的详述。

扩展图像分析



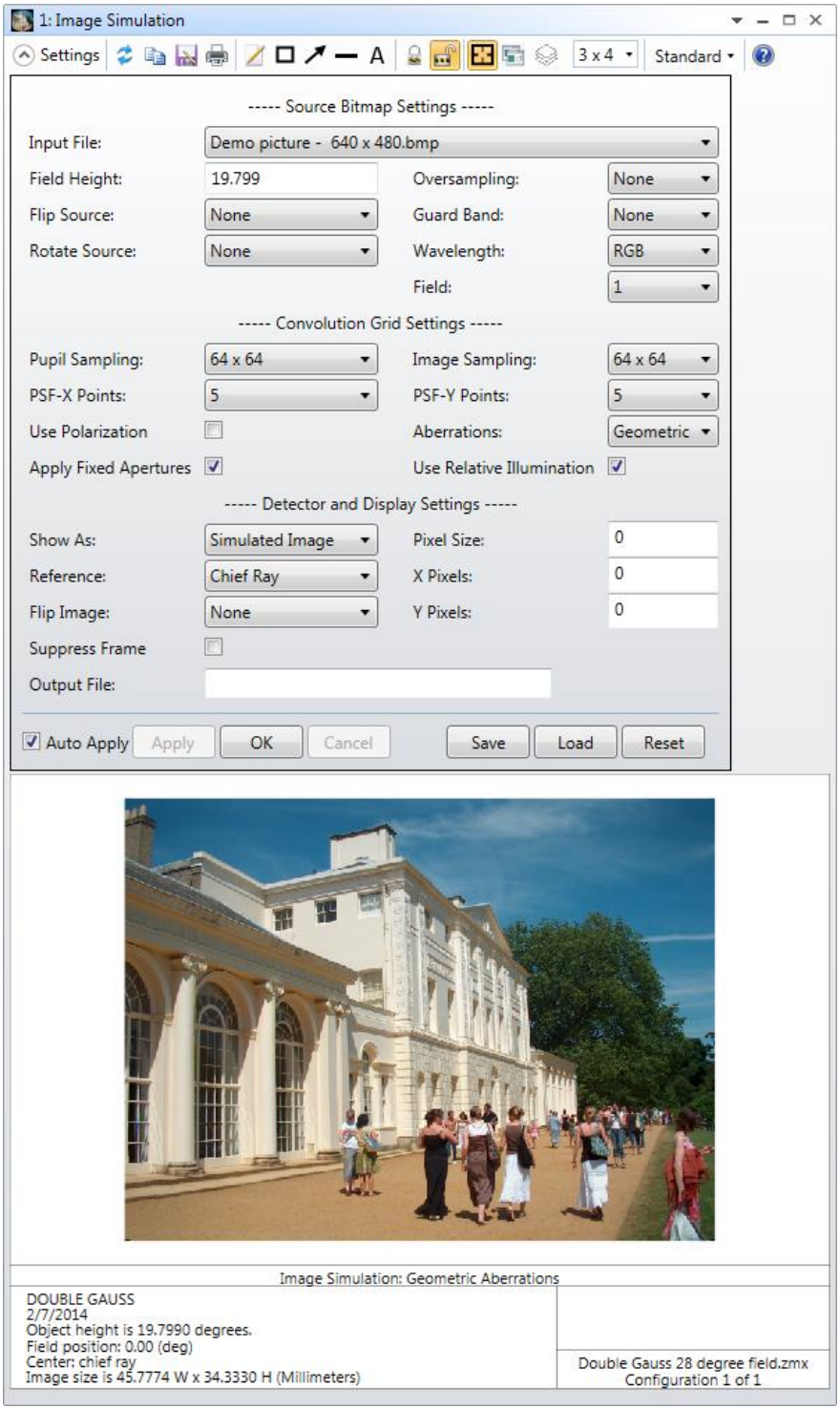




通过将二维图片放在物面上来评价光学系统像质

图像模拟

此功能通过卷积具有点扩散函数阵列的光源位图文件来模拟成像。考虑的效应包括衍射、像差、畸变、相对照度、图像方向和偏振。



光源位图设置

输入文件　　光源位图的文件的名称。文件可为 BMP、JPG、PNG、IMA 或 BIM 文件格式。有关

IMA 和 BIM 文件格式的描述，请参阅“IMA 格式”和“BIM 格式”。输入文件存储在<images> 文件夹（参阅“文件夹”）。IMA 和 BIM 文件每个方向必须大于 1 像素，但不超过 8,000 像素，而 BMP、JPG 和 PNG 文件每个方向必须大于 1 像素，不超过 16,000 像素。

视场高度　　此值定义视场坐标中光源位图 y 轴的全高，它可以使用镜头单位或以度数为单位，具体取决于当前的视场定义（分别为高度或角度）。如果视场类型为“实际像高”，则视场类型会为此分析自动更改为“近轴像高”。这样可避免在像面上实际像高掩盖图像畸变的问题。在应用过采样、安全宽度或旋转后，将视场高度应用于结果位图。

过采样　通过将一个像素复制成 2 个、4 个或更多相同的相邻像素，增加光源位图的像素分辨率。此功能旨在增加每个视场单位的像素数。只要任何方向的最大像素数目不超过 16,000，每次就以 2 为因子应用过采样，直至达到指定过采样。此极值仅适用于过采样功能，不适用于输入文件。过采样会在考虑系统的光学效应之前执行。

翻转位图　　左右、上下或同时使用这两项翻转光源位图。翻转光源位图应在考虑系统的任何光学效应之前。

安全宽度　　此功能通过重复倍增像素数，增加光源位图的像素分辨率。此倍增仅影响分析，而原始位图文件保持不变。此功能会使原始图像周围产生黑色的“安全宽度”。此功能旨在增加每个视场单位的像素数，同时在所需图像周围增加一个区域。如果点扩散函数与光源位图视场尺寸相比较大，则此功能特别有用。只要任何方向的最大像素数目不超过 16,000，每次就以 2 为因子应用安全宽度，直至达到指定大小。此极值仅适用于安全宽度功能，不适用于输入文件。对光源位图应用安全宽度应在考虑系统的任何光学效应之前。

旋转位图　　旋转光源位图。对光源位图应用旋转应在考虑系统的任何光学效应之前。

波长　　如果选择“RGB”，则定义 3 个波长，分别为红色波长定义 0.606 微米、绿色波长 0.535 微米和蓝色波长 0.465 微米；不管当前波长定义如何，都是如此。如果选择“1+2+3”，则使用波长数据栏中当前定义的波长 1、2 和 3。对波长 3 使用光源位图的红色通道，对波长 2 使用绿色通道，对波长 1 使用蓝色通道。无论使用此选项定义的波长为多少，显示的图像都将为 RGB 格式。对于特定单波长选项（例如 6），将对波长 4、7、10、13 等使用 B（蓝色） 通道图像。将对波长 5、8、11、14 等使用 G（绿色） 通道图像。将对波长 6、9、12、15 等使用 R （红色）通道图像。

通常忽略波长权重。生成最终图像的颜色权重仅取决于光源位图的颜色振幅和光学系统的相对透射。例外的是，在使用单色 IMA 文件时，所选波长是“1+2+3”，即定义了 3 个波长。仅在此情况下，使用波长权重定义相对颜色权重。

视场　光源位图可以任何已定义的视场位置为中心。生成的图像随后以此视场位置为中心。

网格卷积设置

光瞳采样　光瞳空间中用于计算 PSF 网格的网格采样。

像面采样　光源位图空间中用于计算 PSF 网格的网格采样。

PSF X/Y 点数　计算 PSF 所使用的 X/Y 方向的视场点数。对这些网格点之间的视场点，使用内插的 PSF 值。

使用偏振　如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

应用固定孔径　如果选中，在此计算中所有未定义孔径的具有光焦度的表面将被修改为具有当前净半直径值或半直径值的环形孔径。如果在孔径定义中不进行此更改，那么光线将可以通过超出所列净半直径或半直径的表面，在视场高度超出视场点定义的视场时更是如此。这将导致错误的照明，这通常发生在图像的边缘。

使用相对照度　如果选中，则使用“相对照度”中所述的计算加权视场各点的光线，以便正确考虑出瞳弧度和实体角的效应。如果使用此功能，此计算通常更准确，但速度较慢。

像差分析　若选择“无”，将忽略像差；若选择“几何”，将仅考虑光线像差；若选择“衍射”，将使用惠更斯 PSF 对像差建模。如果选择“衍射”，在像差严重以致无法准确计算衍射 PSF 时，此分析可能会自动转换到“几何”。请参阅下面的“详述”。

探测器和显示设置

显示为　若选择“像质模拟图”、“输入位图”，可查看输入位图（包括过采样、安全宽度和旋转的效果），若选择“PSF 网格”，可查看在视场中计算的所有 PSF 函数。请参阅下面的“详述”。

参考　选择以下光斑中心的参考坐标：主光线、面顶点或主波长主光线。即使只选择了其它波长，后一个选项仍要选择主波长主光线。

压缩框架　如果选中，将不会绘制框架，整个窗口将用于显示图像。

X/Y 像素　用于设定像质模拟后的图像的像素数。使用 0 作为默认值，即光源位图中的像素数目。

像素大小　　像质模拟图的像素大小（方形）。对于聚焦系统，单位为镜头单位。对于无焦系统，单位为余弦值。使用 0 作为默认值，此值是根据光学系统放大率及光源位图的中心像素尺寸计算得到。

翻转图像　　左右、上下或同时使用这两项翻转像质模拟图。

输出文件　　如果提供以 BMP、JPG 或 PNG 扩展名结尾的文件，则仿真图将保存到指定文件中，并放置到 <images> 文件夹下（参阅“文件夹”）。

详述：
图像模拟算法由以下计算图像外观的步骤构成。

对光源位图应用过采样、旋转和安全宽度功能（如果已选择这些选项）。

计算点扩散函数 (PSF) 的“网格”。此网格跨越整个视场，可描述位图和视场大小设置所定义的视场中的选定点像差。PSF 网格还包含偏振和相对照度效应。

PSF 网格对修订过的输入位图中的每个像素进行内插计算。在每个像素位置，对于修订过的输入位图与等效的 PSF 进行卷积运算，以确定包含像差的位图图像。

然后对于得到的图像进行缩放和拉伸，以考虑检测到的图像像素大小、几何畸变和垂轴色差像差。

此算法最重要的一部分是计算 PSF 网格。“PSF X/Y 点数”设置可确定在视场各方向计算的 PSF 数量。使用 PSF 对像差建模有以下三种不同方法：“衍射”、“几何”和“无”。“衍射”方法是使用惠更斯 PSF（有关详细信息，请参阅“惠更斯 PSF”）。

惠更斯 PSF 可对几乎所有光学系统的衍射效应准确建模，但速度比基于点列图积分的几何 PSF 慢。如果像差严重（对于此功能，阈值是衍射极限的 20 倍），也无法准确计算惠更斯 PSF。图像模拟算法可检测到何时无法计算惠更斯 PSF，并根据需要自动转换到几何 PSF。此转换是针对每个视场和波长独立完成的，因此在选择“衍射”的情况下，仍可对视场的一部分有衍射极限，另一部分有严重像差的成像系统准确建模。如果对像差类型选择“无”，则 PSF 网格是一个 delta 函数阵列，并且不会考虑除垂轴色差和畸变以外的像差。

在 PSF 计算中将考虑相对照度和（可选）偏振。在计算的视场点之间平滑内插 PSF 网格可估算修订过的输入位图中每个像素的 PSF。然后使用输入位图与的到的 PSF 进行卷积计算，以生成含有像差的模拟图像。使用的 PSF 网格点越多，模拟越准确，但计算时间更长。

如果像面不是平面，则像差和畸变都是根据图像曲面计算的，并且仿真图将投影到 XY 平面上，同时忽略像面 z 轴坐标。假设像素在投影面上是方形。

归一化输出图像以使此图像的亮度峰值与输入图像相同，从而决定输出图像的亮度。

像质模拟图显示为从局部负 Z 轴方向看过来时所呈现的外观。

使用建议
模拟的准确性最终始终受限于输入图像的分辨率。如果光学系统的分辨率足够高，则光源位图的离散像素特性可能会很明显。仿真图中的阶梯式边缘可证明这一点。过采样功能可减少这些效果，但需要更长的计算时间。

如果视场较大，则 PSF 通常比单个输入位图的像素对应的区域小。在此情况下，很多 PSF 计算会等效得到 delta 函数，即一个像素表示整个 PSF。在此类情况下，忽略像差，或至少从衍射计算转换到几何 PSF 计算，可更快速地完成计算。
如果放大率或视场小得足以生成一个与 PSF 大小相当的图像，或者甚至比 PSF 更小的图像，则可能需要使用安全宽度(Guard Band)功能。原因是 PSF 卷积是基于光源图像像素完成的。如果 PSF 比像方空间的输入位图大，则卷积因 PSF 较大会错过输入位图范围外的部分。安全宽度功能可在原始图像周围添加黑色区域，使用此功能可显示 PSF 的扩散范围。

目前最重要的判断方式是“显示为”设置下的“PSF 网格”。最好先看看 PSF 网格，并确认其中是否显示完好的采样数据，然后再计算像质模拟图。

有关使用视场角的注解
视场高度可决定光学系统所识别的输入位图的物理尺寸。例如，如果使用一个 30 x 30 像素的输入位图，并且视场高度是 2.0 mm（假设视场是根据物高定义的），则每个像素表示一个 66.67 微米的区域。如果之后对 40 度全视场（使用视场角度）的系统使用相同的输入位图，则可以将“视场高度”设置为“40”以覆盖整个视场。每个像素现在表示一个 1.33 度的方形。使用视场角度定义物体视场的难点是，视场角度单位原本就是变形的(anamorphic)。与 Y 角度为 10 度时相比，Y 角度为 80 度时，X 轴方向的角表示不同的张角。如果是使用视场角度，并且视场相当宽（在任何方向都超过 40 度），则说明扩展物体的结果时应特别注意。

有关 OpticStudio 使用的视场角的准确定义，请参阅“视场角和高度”。

有关使用近轴和实际图像高度的注解
注意：如果视场是由像高定义的，则视场高度将决定像方空间（而非物方空间）中的物体大小。视场高度始终以定义视场所使用的单位为单位，因此在使用像高作为视场类型时，视场高度决定像方空间中的输入位图高度。物方空间中的光源大小则由视场高度除以透镜放大率这一公式决定。

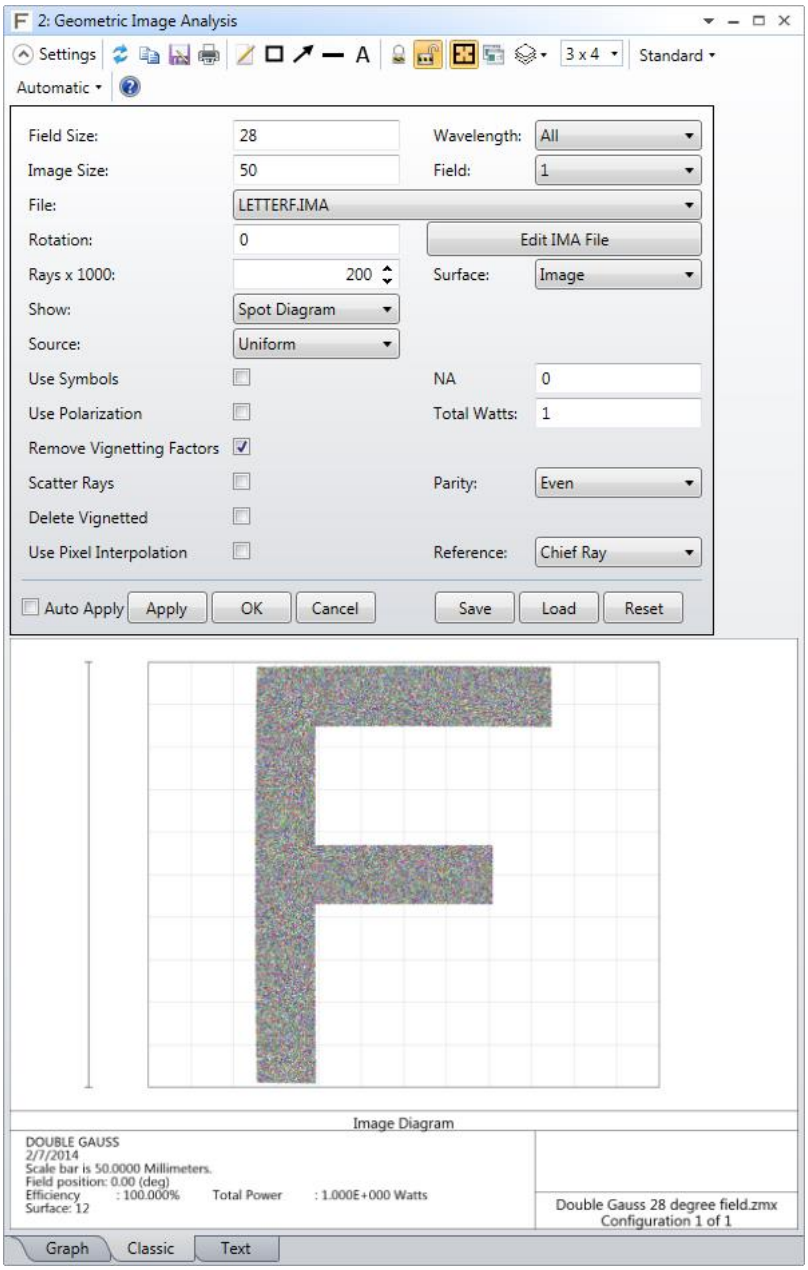
在使用近轴像高时，像质模拟图上放大率失真的情况（如果有）会被掩盖。在使用实际像高时，所有形式的畸变都会被掩盖。因此，此功能将使用近轴像高定义视场，即使选择实际像高，也是如此。

但是，建议不使用实际或近轴图像高度。而是对有限共轭系统使用物高，对无限共轭系统使用视场角，因为这些视场类型可明确定义像方空间中的物体大小和方向。

几何图像分析

几何图像分析功能有很多应用。此功能可用于对扩展光源建模、分析有效分辨率、表示成像对象的外观以及直观呈现图像旋转概念。图像分析还可用于估算多模光纤耦合效率。

注意：图像模拟功能更适合评估高分辨率的拍摄场景。



视场大小　　此值定义了视场坐标中方形图像文件的全宽，它可以使用镜头单位或度数，具体取决于当前的视场定义（分别为高度或角度）。注意：在使用“视场角”作为视场类型时，矩形 IMA 文件本身就是失真的；有关详细信息，请参阅下面的“详述”。

像面尺寸　　如果将“显示”选作“点列图”，则此值可设置图像上叠加的比例尺的大小。

此值不会影响图像实际大小。图像大小是根据物体缩放比例以及系统的放大率和像差设置的。为查看所需图像部分，默认值可能不恰当。

如果将“显示”选作任何其它选项，则此值可设置捕获光线所使用的探测器的大小。落在像面尺寸以外的光线将被忽略，并且不包含在检测到的总光线数中，以免降低计算得到的光线效率。

图像翻转　　“正”设置将使物体保持在物方空间中沿着负 Z 轴时所呈现的外观。“图像翻转”可设置为“反”，此选项可从上到下反转物体。

旋转　可以设置为任何角（以度为单位）。实际上，此算法会在追迹光线之前旋转物体，例如将条形目标由子午方向切换至弧矢方向。

光线 x 1000　此设置确定了将被追迹的光线的近似值。追迹的光线数量大约是指定数值的 1000 倍。光线数量为近似值的原因是图像中像素上的光线分布必须均匀。例如，如果图像文件有 1500 个像素，则将至少追迹 1500 条光线，即使将数值选为 1 也是如此。每个波长上的光线分布与波长权重相称。

显示　选择表面图、等高线图、灰度、伪色图、点列图、x 截面或 y 截面作为显示选项。

点列图模式的更多注意事项：与所需最大内存量始终是 nx*ny 像素的其它模式不同，点列图模式的内存要求随所追迹光线的数量呈线性调整。因此，OpticStudio 不会在点列图模式下缓存分析数据。因此，使用点列图模式时 GIA 设置如有更改，都会完全重新计算 GIA 数据。

光源　光源可以是均匀的或朗伯型。均匀设置会为光线均等加权。朗伯设置根据光线与物面的局部法线形成的角度的余弦为光线加权。

使用偏振　　如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

散射光线　　如果选中，将以统计方式按照光线与表面交点散射光线，应已为该表面定义散射特性。请参阅“表面散射设置”。

波长　计算中将使用的波长编号。

视场　图像文件可以任何已定义的视场位置为中心。这使得较小的目标（例如柱状图）可移动至视场中的任何位置。结果图像将以此视场位置的主光线坐标为中心。

文件　.IMA 或 .BIM 图像文件的名称。此文件必须位于 <images> 文件夹（参见“文件夹”）。请参阅“详述”部分，以查看 IMA 和 BIM 文件格式的完整说明。

编辑 IMA 文件　按下此按钮将调用 Windows 记事本编辑器，它允许对当前选择的 IMA 文件进行修改。如果文件类型为 BIM，则此按钮将被禁用。

表面　在其上评估光线的表面编号。默认值为像面。也可选择其他表面，例如，显示某个光学面上的光迹图。

像素#　选定图像尺寸的宽度的像素数。如果“点列图”是显示图像数据的方法，则不使用此值。

NA　　数值孔径 (NA) 阈值。如果为零，则忽略此功能。如果输入大于 0 的数，则忽略数值孔

径大于指定数的所有光线。

总功率 光源辐射进入光学系统入瞳的总功率（以瓦为单位）。使用此通量可根据相对像素值和总效率归一化检测到的功率。

图形缩放 对于伪色图和灰度图，此值可定义最大缩放范围。

使用标注 如果选中此选项，将为每个波长绘制不同的点符号。这可以帮助区分各种波长。仅在“点列图”是显示图像数据的方法时，才使用此值。

参考 选择以下光斑中心的参考坐标：主光线、面顶点或主波长主光线。当使用最后一个选项时，即使只选择了某个非主光线波长，系统仍会选择主波长的主光线。

除去渐晕因子 如果选中，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

删除渐晕 如果选中，在任何表面被渐晕掉的光线均不会被绘制。

使用像素插值 如果选中，光线能量在相邻像素中心之间的分布会根据光线落点与像素中心的距离而定。对于像素比光斑尺寸小的图像，使用此功能可产生更平滑更准确的结果。如果未选中，则将光线的所有能量仅放到照射到的像素中。如果像素比光斑尺寸大，则不应使用像素插值功能。将“显示”设置为“点列图”时，该选项没有作用。

保存为 BIM 文件 如果提供以 BIM 扩展名结尾的文件名，并且“显示”未设置为“点列图”，则将输出图像保存到指定文件，并放到 <images> 文件夹下（参阅“文件夹”）。

详述

OpticStudio 支持三种不同的文件格式。其中两种格式以 IMA 扩展名结尾，一种格式以 BIM 扩展名结尾

IMA 格式

有两种不同的 IMA 文件格式，一种是文本格式，一种是二进制格式。不管使用哪种文件格式，文件都必须以 IMA 扩展名结尾。OpticStudio 会自动区别这两种类型的文件格式。

文本图像文件是以 .IMA 扩展名结尾的文本文件。文件顶部是一个表示文件大小的数字（以像素为单位）。剩余各行和各列都包含像素数据，每个像素使用一个字符。所有 IMA 文件必须是方形，使用 n x n 像素定义。例如，字母“F”的 7 x 7 表示形式如以下 IMA 文件所述：

```
7
0111110
0100000
0100000
0111100
0100000
0100000
0100000
```

注意：文件以单一条目“7”开头，后面是回车符。然后有 7 行，每行 7 列，并且每行以回车符结束。各列均不使用空格或任何其它字符分隔。图像文件必须是方形。OpticStudio 会尝试分配足够的内存来保存图像文件，并会在没有足够内存时报告错误。

每个像素的“强度”可以是 0 到 9 之间的任何数字。每个像素将生成的光线数量与此值成正比。值为 0 的像素不能发出任何光线。

二进制 IMA 文件格式比文本格式更复杂，并且二进制 IMA 文件不能使用文本编辑器进行编辑。但是，二进制 IMA 文件更强大。二进制 IMA 文件中的每个像素均使用无符号字节表示，这意味着强度有 256 个“灰度”等级。此外，还可向每个波长分配一个单独的像素图。因此，可以对很现实的照片（如扩展光源）建模。

二进制 IMA 文件格式需要使用 3 个 16 位标头值。第一个 16 位值是一个有符号整数，必须等于零。第二个 16 位有符号整数是像素图宽度（以像素为单位），可以是 1 到 8000 之间的任何数。第三个 16 位有符号整数是像素图数量，相当于文件中表示的颜色（或波长）数量。

例如，50 x 50 图像的 3 色二进制像素图包含 6 字节的标头（0、50 和 3），后面是 2500 字节的颜色 1，然后依次是 2500 字节的颜色 2，2500 字节的颜色 3，总共 7506 字节。每种颜色的数据存储到每行的各列中（列指数比行指数变化得快）。

BIM 格式

IMA 格式的缺点是，最多支持 256 个灰度等级。BIM 格式是二进制双精度浮点文件格式，可使灰度数量有效变为数兆。BIM 格式包含以下二进制值：

1 个 32 位整数，表示 x 像素数 nx。

1 个 32 位整数，表示 y 像素数 ny。

后面是 n*n 个 64 位双精度浮点值，表示相对强度。第一个像素在左下角，剩余像素沿 x 轴方向按行列出。

目前，nx 和 ny 值必须相同，否则将发出错误消息。

有关使用视场角的注解

有关像质模拟视场角的注解也适用于此功能。有关完整详述，请参阅“有关使用视场角的注解”。

有关使用近轴和实际图像高度的注解

有关像质模拟的近轴和实际图像高度的注解也适用于此功能。有关完整详述，请参阅“有关使用近轴和实际图像高度的注解”。

分析光线如何被选择

可在像素单元格内的坐标中随机选择每个像素所生成的光线。此外，还可以为每个光线随机选择入瞳坐标。像素和圆形近轴入瞳上的光线分布是一致的（如果使用光线瞄准，则可能会出现一些光瞳畸变）。对于文本 IMA 文件，每个像素所生成的光线数量等于像素强度乘以波长

数量乘以光线密度。可随机选择每条光线使用的与波长权重成正比的波长。对于二进制 IMA 文件，从每个像素生成的光线数量与光线密度乘以强度系数（相对于 256）成正比。

通过按比例分离物体结构，可以在许多应用中使用相同的图像文件。例如，样例图像文件“letterf.ima”包含一个定义大写字母 F 的 7x7 像素网格。物体比例可以依次设置为 1 mm、0.1 mm、0.01 mm，以便体会在不需要更改 IMA 文件的情况下，光学系统可以解析多小的 F 字符。

注意：如果视场是由像高定义的，则视场大小将决定像方空间（而非物方空间）中的物体大小。视场大小始终以定义视场所使用的单位为单位，因此对于像高，视场大小决定像高。物体大小则是由视场大小除以透镜放大率这一公式决定的。

选择视场位置还可以为像质分析提供极大的灵活性。例如，可以在几个视场点测试字母 F 图像文件，以便了解视场像差是否会严重影响分辨率。将物体比例设置为字母高度，图像将以选定视场点的主光线交点为中心。

默认情况下，光源是一个均匀的发光体。这里的均匀是指光线均匀发射到入瞳中。产生的所有光线均落在入瞳中，并且所有光线加权均等。由于随机选择的光线波长与波长权重成正比，因此不需要外加波长权重。对于视场小、物距大的系统，通常首选均匀设置。还可以将光源定义为朗伯，按余弦因子对所有光线加权。在确定输入光线权重后，定义的任何光瞳切趾（参阅“切趾类型”）将进一步修改输入光线权重。

效率百分数的定义依据为

$$\%E = \frac{\sum W_i}{\sum W_j}$$

其中，总和 i 是已经过删除渐晕处理的所有光线的总和，j 总和是已发射的所有光线的总和。

如果选中“使用偏振”复选框，效率计算将考虑光学系统中的渐晕、光源分布、波长权重以及反射和透射损耗。如果选择“点列图”作为“显示”选项，则效率百分比将包含所有未渐晕光线。其它显示选项将渐晕超出探测器大小范围的光线。因此，如果光线落在探测器区域外，点列图显示与其它显示的效率百分比是不同的。

计算多模光纤的效率

OpticStudio 拥有准确计算单模光纤中光纤耦合的算法；有关详细信息，请参见“光纤耦合效率”。另请参阅“计算光纤耦合”。

为估算多模光纤的耦合效率，可使用几何方法。将一个环形孔径放置在像面或恰好在像面之前的位置处，且其具备代表核心尺寸的适当的最大径向孔径。然后将 NA（参见上表）设置为光纤的最大可接受 NA。之后，对所有通过指定 NA 内核心孔径的光线进行求和，以计算效率百分数。具有折射率为 ni 的内核，以及折射率为 no 的外包层典型多模光纤的 NA 的计算公式为：

$$NA = \sqrt{{n_i}^2 - {n_o}^2}$$

文本输出

如果在图像分析窗口的菜单栏上选择“文本”选项，将生成并显示一个列出光线数据的文本文件。如果将“显示”选项设置为“点列图”，则此文件将提供 9 列数据。第一列是序列光线编号。第二列和第三列是 x 和 y 视场坐标（度数或物高）。第四列和第五列是归一化光瞳坐标 Px 和 Py。第六列是整数波长编号。第七列是光线权重，具体取决于光源属性。第八列和第九列是相对于参考光线的图像坐标（以镜头单位为单位）。

如果不将“显示”选项设置为“点列图”，则文本显示将列出每个像素的加权光线计数。从 -

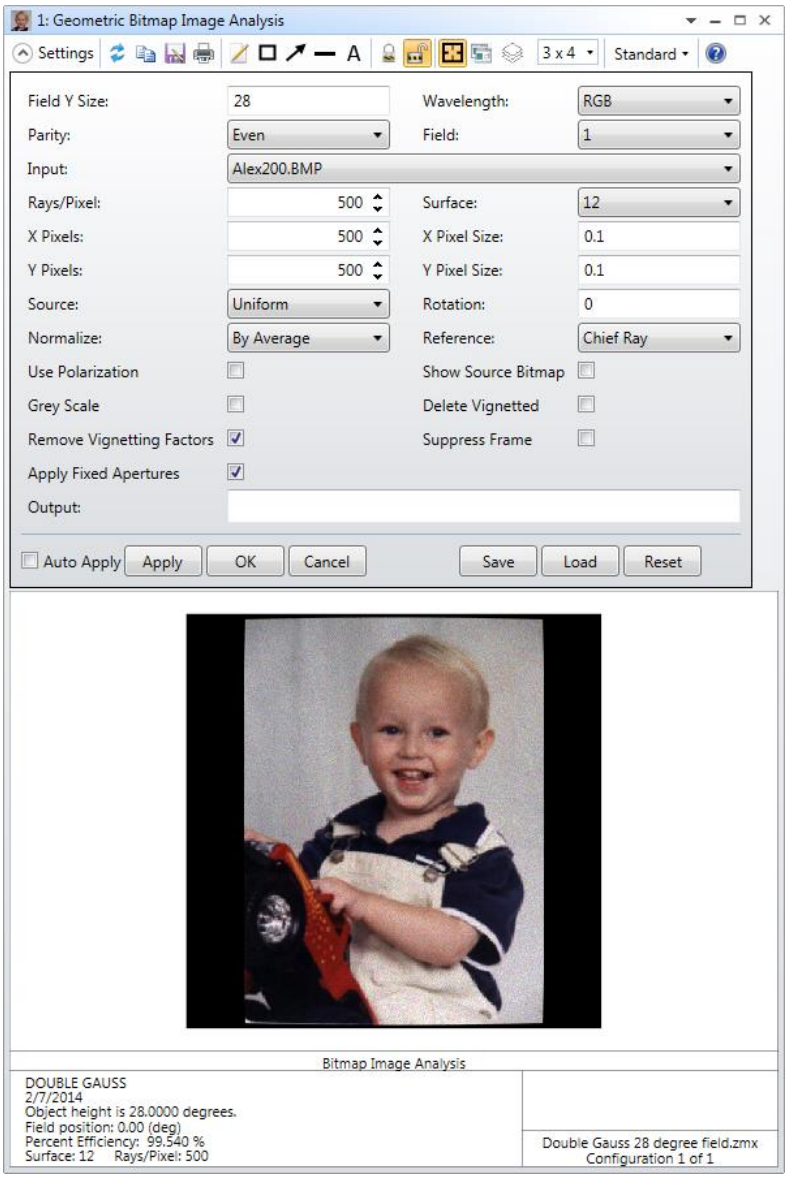
x、-y（左下）角像素开始向上列出 y 列像素。使用“Esc”键可终止持续时间过长的图像分析计算。

几何位图图像分析

“图像模拟”功能通常比此功能优越，除非在远离图像的中间面上需要使用仿真图。

此功能可使用 RGB 位图文件作为光源图像，根据光线追迹数据创建 RGB 彩色图像。此功能有很多应用，可用于对扩展光源建模、分析有效分辨率、显示畸变、表示成像对象的外观、直观呈现图像旋转概念、显示光迹图、指定一些名称。

此功能严格基于几何光线追迹。位图图像分析功能使用标准 BMP、JPG 和 PNG 文件作为光源图像，有关详细信息，请参阅详述内容



Y 视场大小　　此值定义视场坐标中光源位图 y 轴方向的完整大小，它可以使用镜头单位或度数，具体取决于当前的视场定义（分别为高度或角度）。

图像翻转　　“正”设置将使物体保持在物方空间中俯视负 z 轴时所呈现的外观。“图像翻转”可设置为“反”，此选项可从上到下反转物体。

旋转　可以设置为任何角（以度为单位）。实际上，算法会在追迹光线之前旋转物体，例如将条形目标由子午方向切换至弧矢方向。

光线/像素　此设置可确定在每个光源图像像素及每个颜色通道上所追迹的光线数。如果在 640 x 480 的 3 色图像上选择 10 条光线/像素，通常将追迹 9,216,000 条光线。

X 像素　探测器 X 方向的像素数。

Y 像素　探测器 Y 方向的像素数。

X 像素大小　在 X 方向测量的每个探测器像素的大小（以镜头单位为单位）。

Y 像素大小　在 Y 方向测量的每个探测器像素的大小（以镜头单位为单位）。

光源　光源可以是均匀的或朗伯型。均匀设置会为光线均等加权。朗伯设置根据光线与物面的局部法线形成的角度的余弦为光线加权。

归一化　可按像素强度峰值或像素强度平均值归一化图像。使用像素强度峰值可均等缩放所有像素，因此强度最高的像素可确定图像的整体亮度。如果信噪比较低，使用此方法通常会产生很暗的图像。使用像素强度平均值可均等缩放所有像素，直至亮度平均值等于原始位图图像亮度。此方法的缺点是，某些像素过饱和，因此会在显示最大亮度时被裁剪。

使用偏振　如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

灰度　如果选中，将计算每个探测器像素的 RGB 强度平均值，以生成一个灰度检测图。虽仍将根据光源位图的相对 RGB 强度追迹光线，但在显示检测到的图像时将丢失所有颜色信息。

波长　如果选择“RGB”，则定义 3 个波长，分别为红色波长定义 0.606 微米、绿色波长 0.535 微米和蓝色波长 0.465 微米；不管当前波长定义如何，都是如此。如果选择“1+2+3”，则使用波长数据栏中当前定义的波长 1、2 和 3。对波长 3 使用光源位图的红色通道，对波长 2 使用绿色通道，对波长 1 使用蓝色通道。无论使用此选项定义的波长为多少，显示的图像都将为 RGB 格式。另请注意，如果在波长小于波长数据栏中定义的 3 个波长的系统中使用此选项，则定义的最高波长将用于“填充”剩余的通道。对于特定波长选项（例如 1、2、3 等），将使用 B、G 或 R 通道图像；对于大于 3 的波长，始终使用 R 通道。

视场　光源图像可以任何已定义的视场位置为中心。这使得较小的目标（例如柱状图）可移动至视场中的任何位置。由此得出的图像将以此视场位置的主光线坐标为中心。

输入　BMP、JPG 或 PNG 光源图像文件的名称。此文件必须位于 <images> 文件夹（参见“文件夹”）。

表面　在其上评估光线的表面编号。

显示光源位图　如果选中，将绘制光源位图，并且不追迹任何光线。在绘制光源位图时，忽略光线数、像素数和像素大小。此功能可用于检查光源位图的外观，以及验证 OpticStudio 是否正确读取位图文件。

输出　将检测到的位图写入到的 BMP、JPG 或 PNG 文件的名称。检测到的位图的大小由已定义的 x 和 y 轴像素的数目确定；但为确保输出位图文件中的纵横比正确，x 和 y 轴像素的大小必须相同。文件名称必须以 BMP、JPG 或 PNG 扩展名结尾，且不提供任何路径名。此文件将在不发出警告的情况下被创建或覆盖，并将被放置在 <images> 文件夹中（参见“文件夹”）。

参考　选择以下光斑中心的参考坐标：主光线或面顶点。

删除渐晕　　如果选中，光线在任何表面产生渐晕效果时均不会被绘制。

压缩框架　　如果选中，将不会绘制框架，整个窗口将用于显示图像。

除去渐晕因子　如果选中，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

应用固定孔径　如果选中，在此计算中所有未定义孔径的具有光焦度的表面将被修改为具有当前净半直径值或半直径值的环形孔径。如果在孔径定义中不进行此更改，那么光线将可以通过超出所列净半直径或半直径的表面，在视场 Y 尺寸超出视场点定义的视场时更是如此。这将导致错误的照明，这通常发生在图像的边缘。

详述

另请参阅“几何图像分析”，此功能与之很相似。

<u>有关视场单位的注解</u>

Y 视场高度可确定光学系统可查看的光源文件的物理尺寸。例如，如果使用一个 50H x 100W 像素的光源文件，并且 Y 视场高度是 2.0 mm（假设视场是根据物体或图像高度定义的），则每个像素表示一个 0.040mm x 0.040mm 的区域，并且光源位图将覆盖一个 2.0mm 高 4.0 mm 宽的区域。

注意：如果视场是由像高定义的，则 Y 视场高度将决定像方空间（而非物方空间）中的物体大小。Y 视场高度始终以定义视场所使用的单位为单位，因此在使用像高作为视场类型时，Y

视场高度决定像方空间中的光源位图高度。物方空间中的光源大小则由 Y 视场高度除以透镜放大率这一公式决定。在使用近轴像高时，像质模拟图上放大率失真的情况（如果有）会被掩盖。在使用实际像高时，所有形式的畸变都会被掩盖。因此，此功能将使用近轴像高定义视场，即使选择实际像高，也是如此。不建议使用实际或近轴像高定义，而是使用物高或视场角，因为这些视场类型可明确定义像方空间中的物体大小和方向。

光线选择和追迹

可在光源像素单元格内的坐标中随机选择每个像素所生成的光线。此外，还可以为每个光线随机选择入瞳坐标。如果不定义光瞳切趾，像素上的光线分布是均匀的，入瞳上的光线分布是均匀的。

在生成光线后，将追迹光线，直至追迹到选定面。如果光线已渐晕或发生错误，则忽略光线。否则，需确定光线落到的接收探测器上的像素，并在相应的颜色通道中将光线强度添加到探测器的二进制计数中。

在追迹所有光线后，可根据每个探测器像素的归一化计数创建 RGB 图像。效率百分数的定义依据为

$$\%E = \frac{\sum W_i}{\sum W_j}$$

其中，总和 i 是已经过删除渐晕处理的所有光线的总和，j 总和是已发射的所有光线的总和。如果选中“使用偏振”复选框，效率计算还包括考虑光学系统中的反射和透射损耗，以及光线误差。需考虑渐晕超出探测器范围的光线。

此功能将在所有可用处理器之间自动分割计算，以便提供最快运行速度。还可使用透镜的对

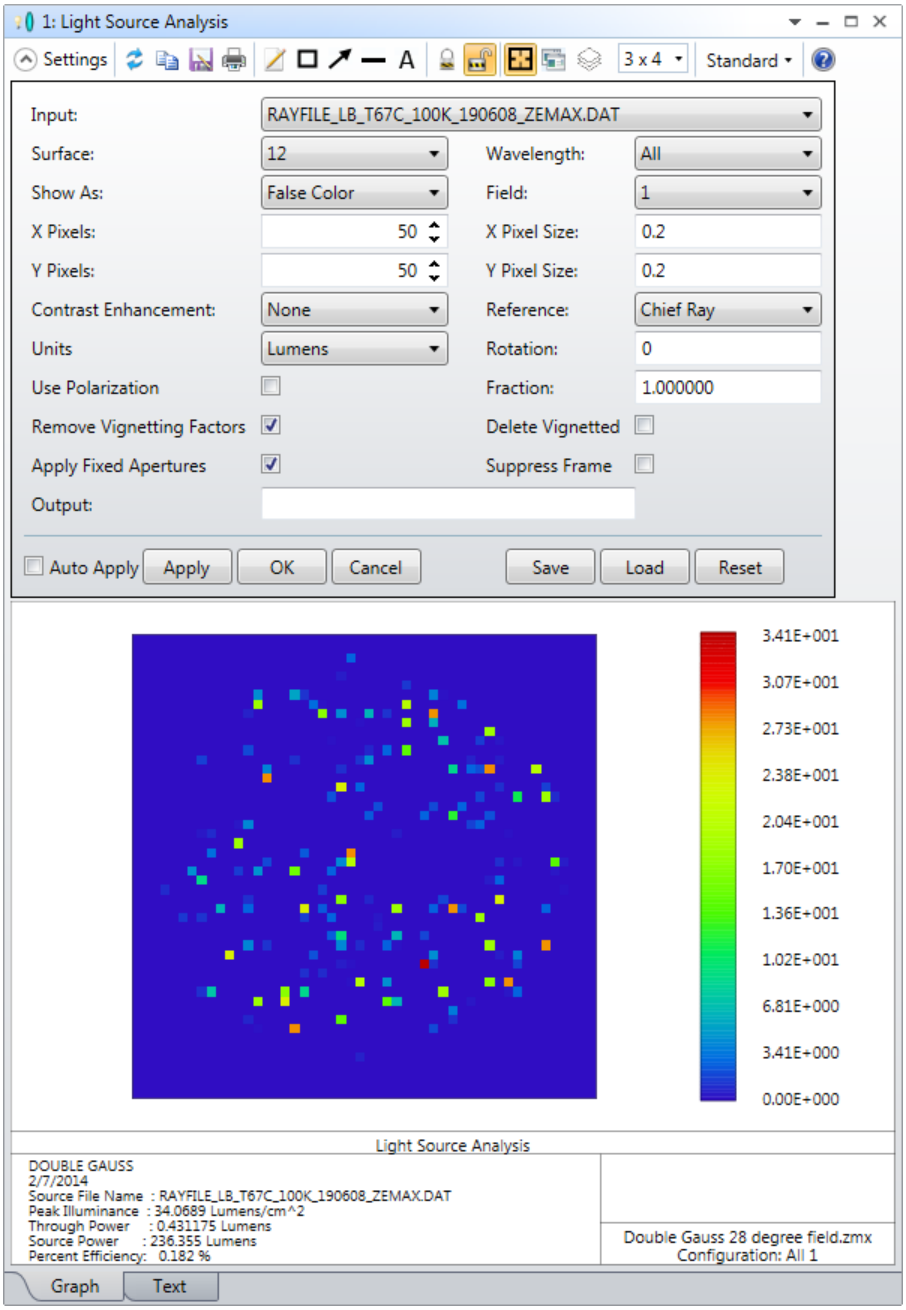
称性加快光线追迹计算。使用“Esc”键可终止持续时间过长的图像分析计算。

光源分析

只有 OpticStudio 旗舰版才提供此功能。

此功能基于追迹一系列光源发出的光线创建图像。就像“光源文件”中介绍的“NSC 光源文件”对象所使用的光线一样，这些光线由 DAT 或 SDF 光源文件（仅支持二进制格式光线文件）定义。

此功能严格基于几何光线追迹。有关详细信息，请参阅“详述”。



输入　　DAT 或 SDF 光源文件的名称。有关此文件格式的完整说明，请参阅“文件光源”。

表面　　在其上评估光线的表面。

波长　追迹 DAT 文件的光线所使用的波长。这些光线可以是单色的，也可以基于定义波长和权重。如果使用 SDF 文件，则始终使用在 SDF 文件中指定的波长，不管系统波长设置如何，都是如此。

显示为 为强度显示选择“灰度”或“伪色”。如果选择“流明”作为单位，则还支持“真彩”选项。

视场　光源坐标系位于的视场位置。这是物面上的物体点位置，可定义 DAT 或 SDF 输入文件中的光线的原点。

X/Y 像素　探测器 X/Y 方向的像素数。

X/Y 像素大小　在 X/Y 方向测量的每个探测器像素的大小（以镜头单位为单位）。

增强对比度　默认情况下，不会对数据进行缩放。如果启用“增强对比度”，则会对像素数据应用非线性加权函数，以放大明暗度不强的像素。这对于提亮图像中的细节非常有效，但是，由于图像中的黯淡区域会比实际显得更为明亮，所以看起来有一定的误导性。

参考　此控件可定义选定分析面上的探测器原点。可以使用选定视场的主波长主光线或面顶点定义探测器中心。

旋转　此控件可在追迹光线之前，旋转 +Z 轴的整个光源光线列表。角度的单位为度，并且在 XY 平面中逆时针旋转。

单位 为辐射度分析选择“瓦”，为光度分析选择“流明”。注意：仅在使用流明为单位时，才支持“真彩”显示（对于“显示为”）。

比例　仅追迹文件中该比例的光线。如果比例小于 1.0，则随机选择文件中要追迹的光线，但对于给定比例，在一个分析中随机选择的光线与下一个随机选择的光线相同。在追迹的光线数少于文件中定义的数量时，此功能很有用。

使用偏振　如果选中，将使用偏振光追迹数据来计算透射率。由于光源光线文件中没有存储任何偏振数据，因此将随机分配偏振。

删除渐晕　如果选中，光线在任何表面产生渐晕效果时均不会被绘制。

压缩框架　如果选中，将不会绘制框架，整个窗口将用于显示图像。

除去渐晕因子　如果选中，将自动除去渐晕因子。请参阅“关于渐晕因子的注解”。

应用固定孔径　如果选中，在此计算中所有未定义孔径的具有光焦度的表面将被修改为具有当前净半直径值或半直径值的环形孔径。如果在孔径定义中不进行此更改，那么光线将可以通过超出所列净半直径或半直径的表面，在视场 Y 尺寸超出视场点定义的视场时更是如此。这将导致错误照明，这通常发生在图像的边缘。

输出　将检测到的位图写入到的 BMP、JPG 或 PNG 文件的名称。检测到的位图的大小由已定义的 x 和 y 轴像素的数目确定；但为确保输出位图文件中的纵横比正确，x 和 y 轴像素的大小必须相同。文件名称必须以 BMP、JPG 或 PNG 扩展名结尾，且不提供任何路径名。此文件将在不发出警告的情况下被创建或覆盖，并将被放置在 <images> 文件夹中（参见“文件夹”）。

详述

此功能可在序列光学系统追迹复杂光源的光线。使用纯光通量 DAT 文件或全光谱 SDF 文件对光源建模，如“光源文件”下的 NSC 一章所述。仅支持二进制格式光线文件。

NSC 光源文件可以包含从空间任意点开始的光线、按任何方向传播的光线以及根据任何波长定义的光线。序列模式光线追迹并不完全支持这种做法，因此需要做出一些假设。

首先，假设物面上的指定视场点是光线文件中所有光线的原点，并且光源坐标系的 +Z 轴与物面 +Z 轴平行。可以使用旋转角设置围绕此原点旋转光源光线。由于光源光线可以有非零起始 Z 坐标，因此光线可以从实际物面之后或之前开始传播。本功能假设起始面距离物面足够远，不存在传播起点在第一个表面之后的光线。

其次，可以超出入瞳限制追迹朝光学系统传播的光线。只要光线是可追迹的，光线就会继续通过序列系统，即使光线超过入瞳的正常接受区域，也是如此。这就是为什么使用“应用固定孔径”功能很重要的原因；否则，对于可以超过序列固定孔径大小追迹的光线，可以一直追迹到探测器。

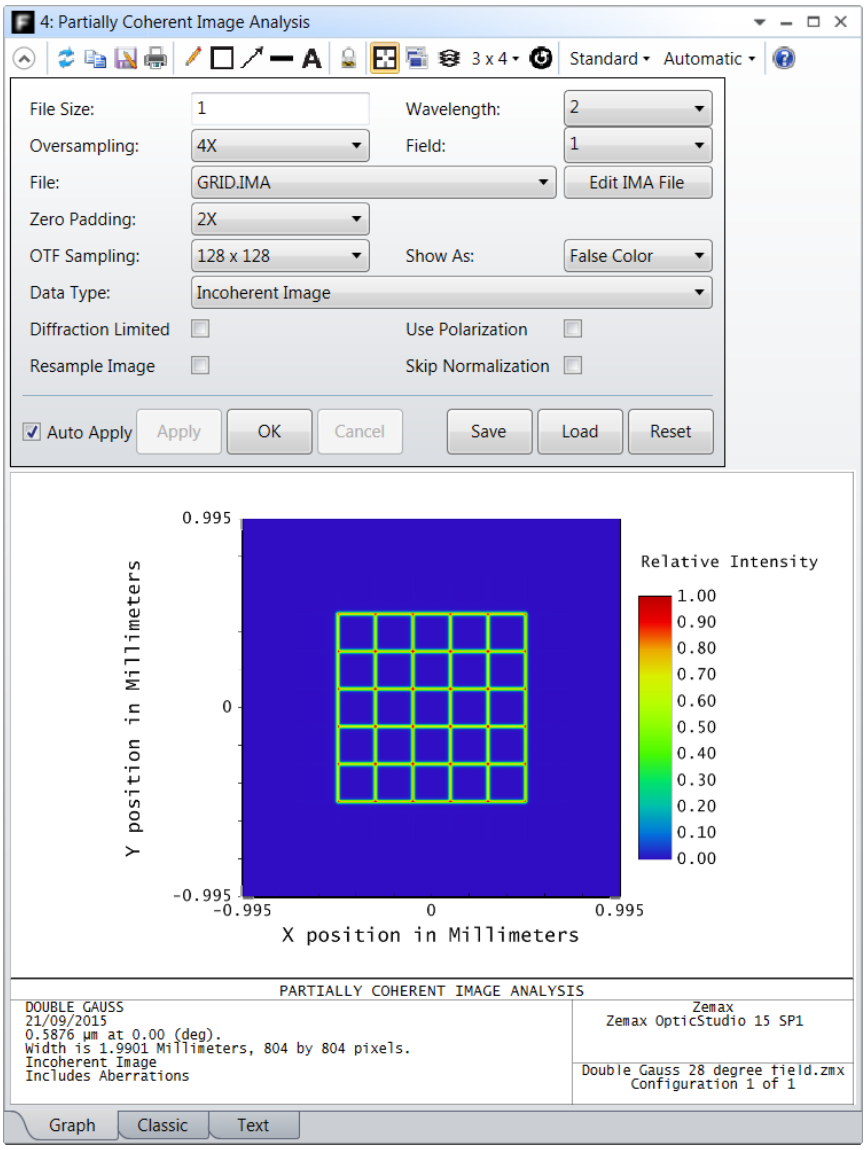
使用“Esc”键可终止持续时间过长的图像分析计算。

部分相干图像分析

此功能在计算图像外观时会考虑光学系统的衍射和像差，以及部分相干的照度。此方法将考虑有限通带以及真实光学系统在成像时会产生的其它衍射相关效应。此功能可为位图图像定义的场景计算相干、非相干或部分相干的衍射图像。对于完全非相干分析，使用“图像模拟”

功能通常更好。

此图像分析功能使用 IMA/BIM 文件描述要成像的物体。请参阅“IMA 格式”和“BIM 格式”。



文件大小　　在像方空间测量的文件所定义区域的全宽（以镜头单位为单位）。注意：IMA 和 BIM 文件始终是方形。此功能还支持 ZBF 文件子集，有关详细信息，请参阅详述内容。

过采样 设置文件像素过采样所依据的因子。此选项可增加文件的有效分辨率，而无需定义新文件。如果原始文件的像素数是奇数，则过采样将使像素数变为偶数，因为过采样值都是偶数。

零填充 通过对文件像素添加零强度值，确定计算衍射图像的区域的实际大小。此方法可增加所显示衍射图像的大小，而无需更改无像差图像的大小；这样可研究从完美图像位置衍射的能量。

如果原始 IMA 文件的像素数目是奇数，为使文件数据居中，可使用零填充法生成偶数像素数目。像素数目将为 2*n-1，其中 n 是原始像素数目。如果原始文件的像素数是奇数，则修改的图像将有 2*n 像素。

零填充仅影响 IMA 和 ZBF 格式文件，对 BIM 格式文件无效。

OTF 采样 在光瞳中进行采样的网格尺寸；网格越大，系统 OTF 的表示准确度也会越高。此功能不会影响衍射图像大小，只影响预测频率响应的准确性。

显示为 选择“表面图”、“等高线图”、“灰度”、“伪色图”、“x 截面图”或“y 截面图”作为显示选项。有关截面图的信息，请参阅“使用 X/Y 截面图计算 MTF”。

数据类型 选择“非相干像”、“相干像”、“原图像”、“非相干传递函数”、“相干传递函数”或“原图像转换”。

对于部分相干计算，选择部分相干图像（大部分相干或大部分非相干）或者部分相干 PSF 或

gamma。有关部分相干图像计算的完整详述，请参阅“计算部分相干图像”。

有关相干传递函数和此计算的限制的信息，请参阅下面的“详述”。

Gamma 相干函数的复杂度形式。

Alpha 相干函数的复杂度中使用的缩放参数。

比例 计算部分相干图像时所考虑 PSF 和/或 Gamma 函数中的圈入能量比例。

衍射极限 如果选中，将忽略像差。仍会考虑孔径。

波长 计算中将使用的波长编号。

视场 视场编号，表示计算其光学传递函数的视场位置。

文件 IMA、BIM 或 ZBF 图像文件的名称。IMA 和 BIM 文件必须位于 <images> 文件夹下，而 ZBF 文件必须位于 <pop> 下（参阅“文件夹”）。

有关支持的文件格式的完整说明，请参阅“详述”部分。

编辑 IMA 文件 按下此按钮将调用 Windows 记事本编辑器，它允许对当前选择的 IMA 文件进行修改。BIM 和 ZBF 文件不能直接进行编辑。

轮廓格式 轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串”。等高线已使用相对强度单位定义。

使用偏振 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

重新采样像面 如果选中，将对最终像面重新采样，以便模拟有限分辨率的探测器所记录的像面。下面的控件可用于定义重新采样。此功能仅适用于相干像、非相干像、原图像以及部分相干的空间域像。

跳过归一化 如果选中“跳过归一化”，则不执行归一化计算。数据显示以瓦/镜头单位为单位。

X/Y 方向个数 对图像重新采样所使用的 X 和 Y 方向像素数。

X/Y 方向间隔 对图像重新采样所使用的像素的宽度/高度。在聚焦模式下，间隔值以镜头单位为计量单位。在无焦模式下，间隔值以无焦模式单位为计量单位。

X/Y 偏心 重新采样探测器相对最终图像的 X/Y 轴偏心。单位是重新采样的间隔像素。例如，若“X 偏心”为 +0.5，则重新采样探测器将相对最终图像向右偏心“X 方向间隔”值一半的距离。

输出文件　　如果输入文件是 ZBF 文件，并且选择完全相干或非相干像作为数据类型，则生成的复振幅可以保存到使用此控件指定其名称的 ZBF 文件中。如果将“输出文件”名称留空，则不保存任何文件。无需提供任何路径名称，因为文件将保存到 <pop> 文件夹下（参阅“文件夹”）。要保存 ZBF 文件，必须设置零填充以生成一个总像素数，此值应为 2 的幂数，因为 ZBF 文件格式需要此设置。

详述

此功能可计算扩展光源的复杂衍射图像属性。计算中包含的方法基于傅里叶光学，有关说明和详细信息，请参阅 Joseph Goodman 编写的“Introduction to Fourier Optics”（傅里叶光学介绍），McGraw-Hill 出版 (1968)。有关相干成像理论的更多详细信息，请参阅 Jack Gaskill 编写的“Linear Systems, Fourier Transforms, and Optics”（线性系统、傅里叶变换和光学），John Wiley 出版 (1978)。有关相干和非相干成像以及其它傅里叶光学理论的更多信息，请参阅这些参考信息。用户在使用此功能得出重要的结论之前，必须了解此方法包含多种重要假设。

文件大小参数决定着光学系统像方空间中输入文件的全宽。有关 IMA 格式的详细信息，请参阅“IMA 格式”。有关 BIM 文件格式的详细信息，请参阅“BIM 格式”。有关 ZBF 文件格式的详细信息，请参阅“OpticStudio 光束文件 (ZBF) 二进制格式”和“OpticStudio 光束文件 (ZBF) 文本格式”。

注意：此功能与几何图像分析功能不同，其中文件大小定义“视场”空间的大小和形状，空间可以是物方空间或像方空间。对于此功能，输入文件可定义像方空间中的理想图像。IMA 或 BIM 文件中的数据值被视为以相对辐射照度（而非振幅）的单位为单位。ZBF 文件以相对复振幅的单位为单位。

关于使用 IMA 文件格式的注解

虽然 IMA 文件便于定义简单形状，但手动创建的文件的分辨率通常过低，无法呈现衍射图像中的大量细节。过采样选项通过增加分辨率纠正了这个问题：增加像素数目，按需复制每个像素的数据以生成分辨率更高的相同形状。使用 2 倍过采样时；“F”字母文件的 IMA 图像变成一个 14 x 14 网格：

00111111111100

00111111111100

00110000000000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

00111111110000

00111111110000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

注意：形状是相同的，只是在每个方向都有两倍采样数。图像宽度不受影响；现在像素宽度是半宽，并且各方向有两倍像素数。

由于衍射效应会模糊和扩展理想图像，因此超出 IMA 文件限制增加显示区域大小是可取的。为此，可使用“零填充”选项。此选项通过添加定义 IMA 文件像素的零强度值增加 IMA 文件大小。使用 2 倍零填充时的“F”字母文件如下所示：

0000000000000

0000000000000

0000000000000

0000111110000

0000100000000

0000100000000

0000111100000

0000100000000

0000100000000

0000100000000

0000000000000

0000000000000

0000000000000

图像大小和形状是相同的，但定义了某些能量现可衍射到的附加区域。注意：新图像的宽度根据零填充因子增加，但图像“F”部分的宽度是相同的。如果原始文件的像素数是奇数（与此示例字母 F 的像素数相同），则零填充后像素数仍是奇数，以保持“中心”像素这一概念。如果 n 是奇数，则总像素数是 2*n-1，如果 n 是偶数，则总像素数是 2*n，其中 n 是原始像素数。使用二进制 IMA 文件格式时，零填充功能不可用。

过采样和零填充功能可以一起使用，但阵列大小将迅速变得很大。对于 8 倍过采样、4 倍零填充并且原始像素大小为 12 x 12 的情况，结果阵列将变为 384 x 384，OpticStudio 在内部会进一步零填充至 512 x 512，以实现变换。

关于使用 ZBF 文件格式的注解

对此功能使用 ZBF 文件格式时，注意只考虑无偏振光束的复振幅。ZBF 文件中的其它数据与此功能无关，包括 Pilot Beam 数据、波长和像素大小。如果 ZBF 文件各方向的像素数目不等，文件尺寸是二维当中较大的一方，则需零填充使文件变为方形。不使用 ZBF 文件中定义的像素大小。在此使用 ZBF 文件格式只是为了便于说明复振幅，因此无需使用大多数针对物理光学分析的功能。

在使用 ZBF 文件为输入文件执行非相干像分析时，可通过计算各点实部和虚部值的平方和来计算数据强度。相位信息会丢失以保证非相干成像正确。结果图像是一个实值强度图像。在执行相干像分析时，可使用 ZBF 文件中定义的复振幅。

光学传递函数算法

在定义输入图像后，可将图像变换为频率空间，在乘以 OTF 后，可将其变换回位置空间。实施傅里叶方法做出的主要假设是，OTF 不随图像区域范围变化（要避免使用此假设，请参阅“图像模拟”）。

这意味着根据图像大小定义的视场很小，足以使图像中所有点的 OTF 都相同。用户必须小心确保所定义图像区域比视场像差的变化率小。OpticStudio 会计算选定视场点的 OTF，并会假设此 OTF 在图像覆盖的整个区域中都有效。

鉴于此假设，不会在预测图像中显示畸变，因为只有视场的 OTF 变化才能引入畸变。要查看畸变效应或其它“大视场”效应，请参阅“图像模拟”。

注意：此功能擅长计算部分相干光线下的小图像的详细图像数据，而“图像模拟”功能擅长计算大缩放比例图像或非相干光线的图像数据。

关于相干光学传递函数的注解

此计算做出的另一假设包含在计算相干光学传递函数所使用的方法中。假设相干光学传递函数是复杂光瞳函数：

$$H(f_x, f_y) = P(\lambda d_i f_x, \lambda d_i f_y) e^{iKW(\lambda d_i f_x, \lambda d_i f_y)}$$

其中 H 是复杂 OTF，d_i 是光瞳到图像的距离，f_x 和 f_y 是空间频率，P 是光瞳函数（可确定光瞳的相对透射率，在光瞳以外时此值为零），W 是波前差函数。此近似计算对广泛的光学系统有效。有关相干成像理论发展的更多信息，请参阅 Gaskill 或 Goodman 提供的参考信息。

此功能还会考虑因表面孔径（通过其它表面孔径对光学传递函数的影响来考虑那些孔径）造成的像面渐晕。在计算衍射图像后，将消除在像面上定义的孔径以外的所有能量。如果像面有定义孔径，则像面孔径未渐晕部分的能量比例将在分析的文本版本中进行报告。

计算部分相干图像

注意：只有 OpticStudio 专业版和旗舰版才提供此功能。

前面的详述适用于完全非相干或完全相干光照度。部分相干成像更复杂。有关 OpticStudio 对部分相干光照度建模使用的方法说明，请参阅 B. Saleh 和 M. Rabbani 编写的“Simulation of partially coherent imagery in the space and frequency domains and by modal expansion”（在空间和频率域中通过模态扩展模拟部分相干成像），《应用光学》期刊出版，第 21 卷，第 15 期，第 2770 页 (1982)。

在部分相干情况下，衍射图像的计算公式是：

$$I_i(\vec{r}) = \iint \sqrt{I_0(\vec{r}_1)}\sqrt{I_0(\vec{r}_2)}\,\gamma(\vec{r}_1-\vec{r}_2)h*(\vec{r}-\vec{r}_1)h(\vec{r}-\vec{r}_2)d\vec{r}_1 d\vec{r}_2$$

其中 $I_i(\vec{r})$ 是图像的辐照度。 $I_0(\vec{r})$ 是像方空间中物体的无像差、无衍射图像的辐照度，$\gamma(\vec{r})$ 是像方空间中的复相干度， $h(\vec{r})$ 是像方空间中的复点扩散函数，符号 * 表示复共轭。位置矢量 $\vec{r}$ 在像方空间中包含 x 和 y 分量。假设函数 $h(\vec{r})$ 在所计算图像的整个区域中是不变量，这与完全相干和非相干情况下做出的假设相同。

完全相干或完全非相干光照度与部分相干光照度之间的主要区别在于以下函数 $(\vec{r})$，此函数可定义物体照度任两点之间的相干度。$\gamma(\vec{r})$ 是对称函数，针对所有 $\vec{r}$，其值都在 0 到 1 之间。对于完全非相干成像 $\gamma(\vec{r}) = \delta(\vec{r})$，其中 $\delta(\vec{r})$是迪拉克 delta 函数。对于完全相干成像，针对所有$\vec{r}$， $\delta(\vec{r}) = 1$ 。 在使用这两个极值时，可实际简化上面的通用成像等式。对于部分相干情况，不能轻松简化，因此部分相干计算通常比完全相干或非相干计算慢得多。

要加快部分相干图像计算的速度，可以采用两种不同的算法来解决上面的成像积分问题。这两种算法可供用户自行选择。如果选择“大部分非相干”方法，则此算法假设函数 $\gamma(\vec{r})$ 的空间宽度比所计算图像的宽度小。如果选择“大部分相干”方法，则此算法假设函数 $\gamma(\vec{r})$ 的空间宽度大，或者至少堪比图像的宽度。实际的计算速度取决于$h(\vec{r})$ 和 $\gamma(\vec{r})$这两个函数的大小和结构，以及函数 $I_0(\vec{r})$ 。根据经验法则，如果 $\gamma(\vec{r})$ 超过 20% 的图像宽度，则“大部分相干”方法的速度更快。对于任何特定情况，可能都需要做一些实验才能确定较快的方法。这两种算法都是多线程的，将会自动并行运行任意数量的可用 CPU 以最大程度地提高计算速度。 目前

支持 $\gamma(\vec{r})$ 的两种不同函数形式。高斯形式是： $\gamma(\vec{r}) = e^{-\left(\frac{\vec{r}\cdot\vec{r}}{\alpha^2}\right)}$

正弦形式是：

$$\gamma(\vec{r}) = SINC\left(\frac{x}{\alpha}\right)SINC\left(\frac{y}{\alpha}\right),$$

其中

$$SINC(x) = \left(\frac{sin\pi x}{\pi x}\right)$$

“大部分相干”和“大部分非相干”方法都可加快计算速度，只需假设各种函数的有限宽度会显著影响最终图像即可。此有限宽度由此函数和名为“比例”的用户定义参数定义。此参数是$h(\vec{r})$ 和 $\gamma(\vec{r})$函数中的总能量中重要的部分的比例。 OpticStudio 将使用定义比例确定这些函数表示的空间维度。比例越接近 1，计算速度越慢。通常，建议使用介于 0.90 和 0.96 之间的值。若使用大于 0.96 的值，可能会显著增加计算量，但对最终图像几乎没有影响。有两个附加“数据类型”选项可用于部分相干计算。“部分相干测试:PSF”将显示部分相干图像计算所使用的衍射 PSF（这是函数 $h(\vec{r})$的强度）。各种采样和图像宽度设置都会影响 PSF 所使用的采样。在将任何部分相干图像视为准确图像之前，应计算 PSF 以确认 PSF 的采样是否足够。至少应在 PSF 非零部分的宽度上显示 10 个点，才能提供充足的采样。数据类型“部分相干测试:Gamma”将显示函数 $\gamma(\vec{r})$ 的量值。

使用 X/Y 截面图计算 MTF

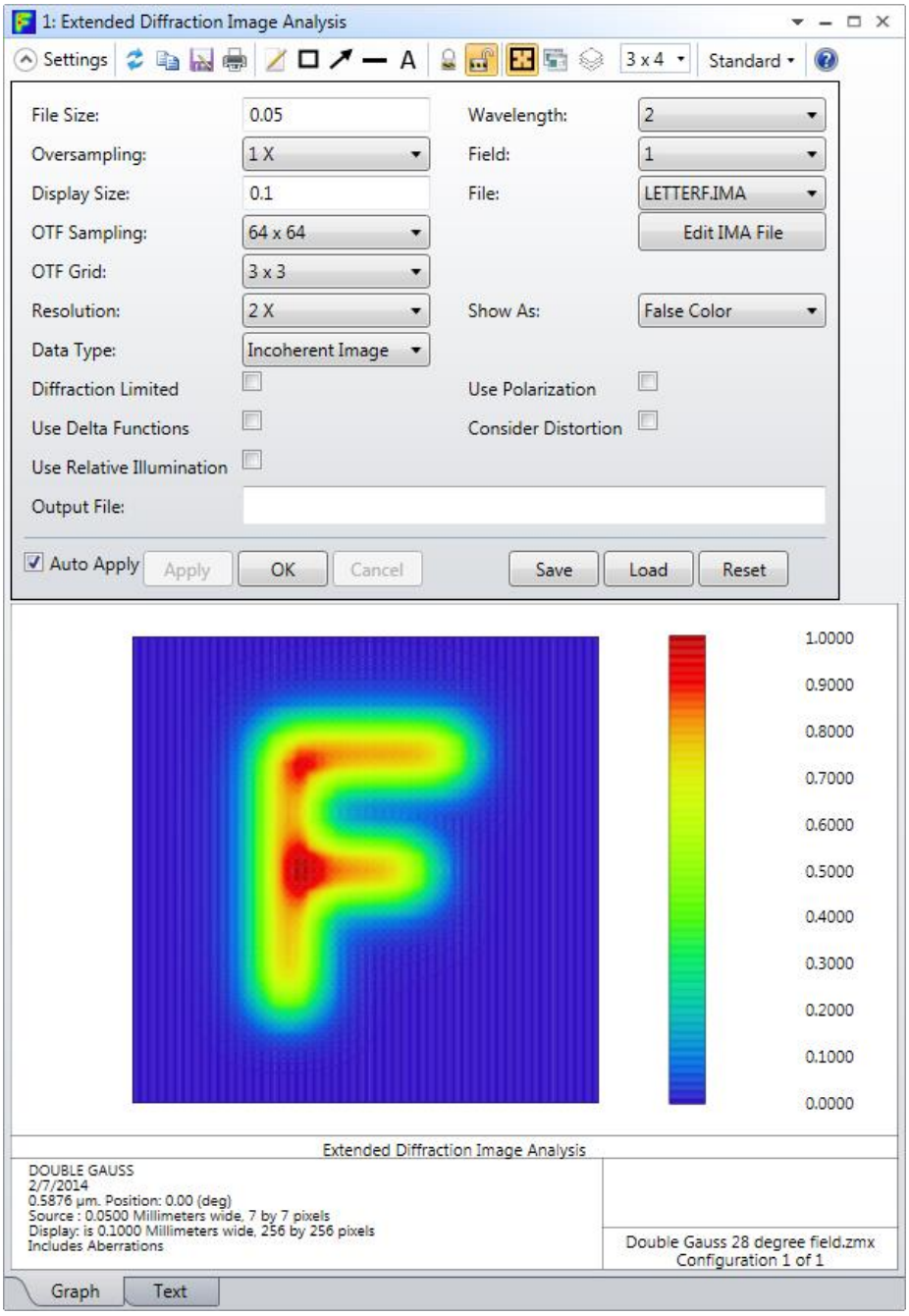
“显示为”选项支持“X 截面图”和“Y 截面图”选项。这些选项可计算同一个完整的衍射图像，但之后仅针对 X 轴和 Y 轴分别绘制图像列或图像行的单个截面图。这些截面图旨在显示条形目标图像的有效 MTF。通过确定截面图的最大和最小相对强度，可评估 MTF。为减少边缘效应，应设置分析参数，以在截面图上提供至少 5 个妥善定义的峰值。计算 MTF 需要在强度数据中查找第二个峰值与之后的局部峰值之间的所有点的最小和最大强度。仅考虑这两个峰值内的数据，可略微减少边缘效应。评估的 MTF 的常用计算公式是 $(I_{max}-I_{min})/(I_{max}+I_{min})$。最

后，请注意，如果使用条形目标，则结果 MTF 是方波，而非正弦波调制。

扩展衍射图像分析

“像质模拟”功能通常比此功能优越。

扩展衍射像分析功能与“部分相干图像分析”相似，不同的是光学传递函数 (OTF) 可能会随图像视场变化，并且照度必须是完全相干或非相干的。此功能使用 IMA/BIM 文件描述需成像的物体。请参阅“IMA 格式”和“BIM 格式”



文件大小　　IMA 文件所定义区域的全宽（以镜头单位为单位）。注意：IMA 文件始终是方形。此控件不能设置结果图像的大小；该值是由“显示大小”定义的。

文件尺寸参数决定光学系统像方空间中 IMA 文件每个像素的大小。注意，这与几何图像分析

功能是不同的，在几何图像分析功能中，IMA 文件定义了“视场”空间的尺寸和形状。对于当前分析，IMA 文件定义了像方空间中的理想图像形状。如果文件尺寸是 0.1mm，则对于此 7×7 像素的图像，每个像素宽为 14.286 微米。

过采样 设置 IMA 文件像素过采样所依据的因子。此选项可增加 IMA 文件的有效分辨率，而无需定义新 IMA 文件。如果原始 IMA 文件的像素数是奇数，则过采样将使像素数变为偶数，因为过采样值都是偶数。

显示大小 此选项可定义显示图像的宽度（以镜头单位为单位）。

OTF 采样 在光瞳中进行采样的网格尺寸；网格越大，系统 OTF 的表示准确度也会越高。网格越大，生成的最大显示大小也越大（参阅下文详述内容）。

OTF 网格 OTF 计算的网格尺寸。OTF 网格越密集，OTF 随图像视场变化的计算越准确，但使用的内存越多，并且计算速度越慢。

分辨率 此乘数可在最终图像中生成更多点，同时使显示大小固定不变，但需要使用更多内存。

显示为 选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

数据类型 选择“非相干像”或“相干像”。有关相干传递函数和此计算的限制的信息，请参阅“关于相干光学传递函数的注解”。

衍射极限 如果选中，将忽略像差。仍会考虑孔径。

使用 δ 函数　　如果选中，假设 IMA 文件中的每个像素表示一个 δ 函数。此方法可用于检查点光源（如星星）的成像。如果未选中，则假设整个像素是一个发光的方形区。

如果选中“使用 δ 函数”，则很难在计算中直观发现混淆效应。因此，强烈建议在设置文件大小、显示大小和采样参数时不选中此选项。在为这些设置确定适当的值后，可按需选中“使用 δ 函数”。

文件　　图像文件的名称。此文件必须位于 <images> 文件夹（参见“文件夹”）。有关文件格式的描述，请参阅“IMA 格式”和“BIM 格式”。

编辑 IMA 文件　按下此按钮将调用 Windows 记事本编辑器，它允许对当前选择的 IMA 文件进行修改。BIM 文件不能这样编辑。

波长　　计算中将使用的波长编号。

视场　　视场编号，表示图像的中心视场位置。

轮廓格式　　轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串”。等高线已使用相对强度单位定义。

使用偏振　　如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

考虑畸变　　如果选中，将在构成图像外观时考虑真实和近轴光线畸变。

输出文件　　如果提供名称，则将结果图像的复振幅保存到使用指定名称的 ZBF 文件中。文件将保存到 <pop> 文件夹下（参阅“文件夹”）。请参阅“Zemax 光束文件 (ZBF) 二进制格式”。

使用相对照度　如果选中，则使用“相对照度”中所述的计算加权视场的 OTF，以便正确考虑出瞳弧度和实体角的效应。

详述

此功能可在考虑光学传递函数 (OTF) 随视场变化的情况下根据扩展光源计算复杂衍射图像属性。“部分相干图像分析”中的大部分详述也适用于此功能。下面介绍不同之处。

衍射图像的形成可被视为滤波或卷积过程。假设根据函数“A”描述理想、无像差、无衍射的图像，此函数将描述随光学系统像方空间中的空间坐标变化的图像振幅。使用系统 PSF（以“P”表示）卷积此函数（参阅“FFT PSF”）将生成最终图像“I”：

$$I(x,y) = A(x,y) \otimes P(x,y)$$

其中表示法

$$A \otimes P$$

表示卷积 A 和 P。对此等式使用傅里叶变换方法可从空间滤波视角产生成像过程：

$$i(f_x, f_y) = a(f_x, f_y) \times o(f_x, f_y)$$

其中 i、a 和 o 是空间频率域中的 I、A 和 P 变换形式。函数 o 被称为光学传递函数 (OTF)；就像

一个滤波器一样，可调整图像空间频率分量的振幅和相位。

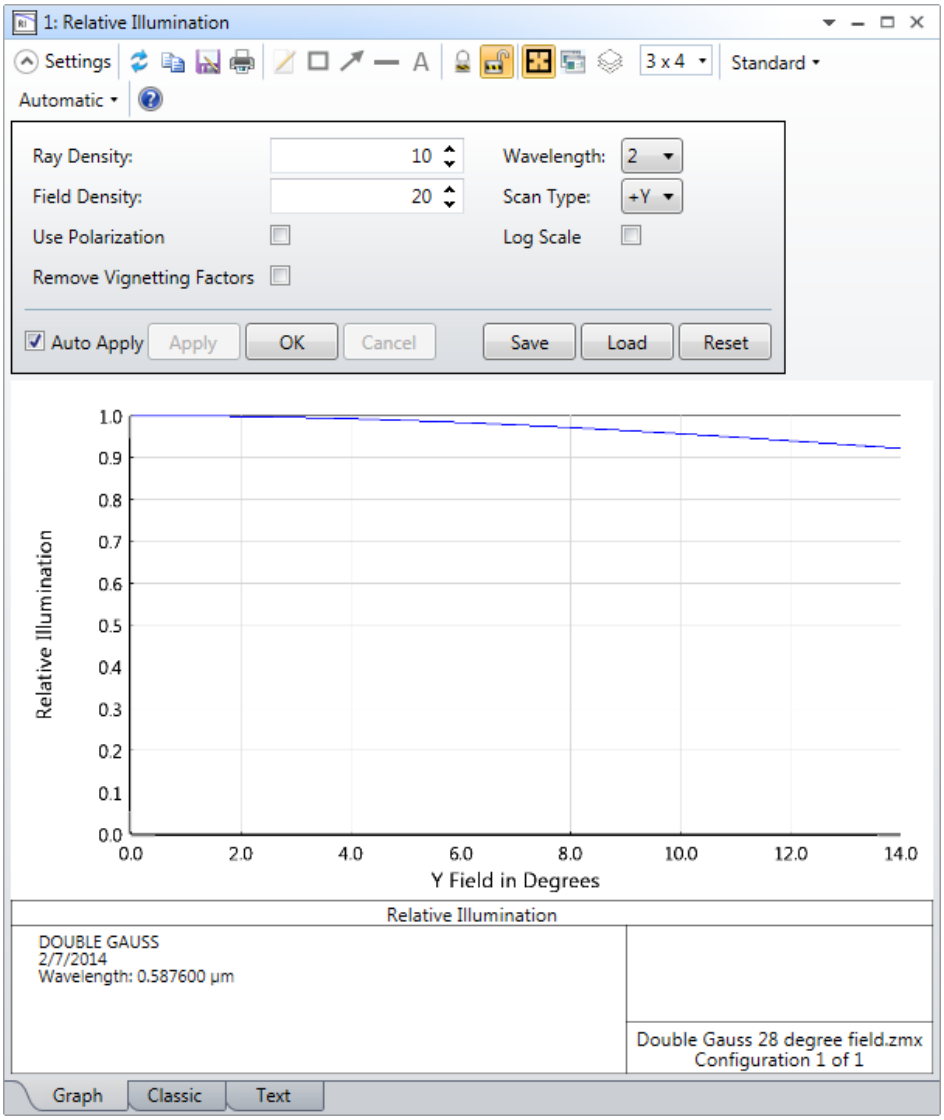
“扩展衍射图像分析”功能消除了“部分相干图像分析”功能的一个主要假设：即 OTF 是视场的常量，使用函数 A 表示。只需每次将光源 IMA 文件视为一个像素，并对一个像素计算傅里叶变换值，即可实现此假设。一个像素变换值乘以与该像素对应的 OTF。然后计算空间频率空间中所有像素的总和，最终过滤的像素变换值之和通过傅里叶变换计算可构成最终图像。

计算 IMA 文件各像素的 OTF 较慢，实际上也不需要计算该值，因为任何小得合理的视场的 OTF 不会迅速改变。作为替代方案，此功能可计算覆盖视场的 OTF 网格，然后使用插值方法计算每一个像素的有效 OTF 值。OTF 网格尺寸越大，结果越准确，但计算时间越长，使用的内存越多。

此功能需要使用大量 RAM。若 OTF 网格尺寸为 n x n，则 OpticStudio 实际要存储 n*n+1 个 OTF：网格上的 n*n 个 OTF 加上 1 个 OTF 可作为图像频率分量之和。OTF 本身是一个双精度点的复数值阵列。OpticStudio 会自动对 OTF 网格执行零填充操作以实现准确采样。如果 OTF 采样是 64 x 64，则单个 OTF 是 128 x 128，最多可使用 256k 的 RAM（128 x 128 x 2 x 8 字节）。若 OTF 网格为 5 x 5，则总大小达 26*256k = 6.5 Mb。对于 128 x 128 采样和 9 x 9 网格，所需 RAM 为 82 Mb。

相对照度

“相对照度”分析可计算均匀朗伯场景的径向视场坐标变化的相对照度。此功能还可以计算有效 F/#。



光线密度　　对出瞳照度积分所使用的光线阵列一侧的光线数量。若值为 10，将追迹大约 10 x 10 x pi / 4 或 78 条光线。更高的光线密度可得出更准确的结果，但要以更长的计算时间为代价。光线密度最小值是 5。

视场密度　　径向视场坐标上要计算其相对照度的点的数量。视场密度越大，生成的曲线越平滑。

使用偏振　　如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅“偏振”。

除去渐晕因子　如果选中，将自动除去渐晕因子。请参阅“FFT MTF vs. 视场”说明中的“关于渐晕因子的注解”。

波长　　选择用于计算的波长。相对照度是单色实体。

扫描类型　　选择 +y、+x、-y 或 -x 视场扫描方向。

对数缩放　　如果选中，将显示对数缩放而非线性缩放。

详述

此功能可计算随径向 y 视场坐标变化的相对照度 (RI)。RI 被定义为像面单位区域的照度强度，可归一化为视场中照度最大的点的照度（可能不在轴上）。计算需考虑切趾、渐晕、孔径、图像和光瞳的像差、F/# 变化、色差、像面形状、入射角以及（可选）假设无偏振光的偏振效应。有关此方法基于的计算说明，请参阅 M. Rimmer 编写的“Relative illumination calculations”（相对照度计算），《Proc.SPIE》出版，第 655 卷，第 99 页 (1986)。发布的方法经扩展包括切趾、透射、偏振和非平面像面效应。计算方法假设以下条件都成立：

1.物体场景是水平均匀的朗伯面。

2.像面是物面的合理共轭面（即图像），因此物面的小光斑发出的光线可在像面上形成光斑图像。可存在像差，但光线应合理分布到像面上。

3.出瞳不能过于接近像面。如果 F/# 大于 0.1 并且光线像差比出瞳距离小，则符合此条件。

4.余弦空间像差不能过大以致在角度空间中形成焦散面。角度空间中的焦散面是指，入瞳不同部分的光线在像方空间中的角度均相同。要检查这一点，请使用点列图功能中的“方向余弦”选项（参阅“标准点列图”分析）。

通过对从图像点看到的出瞳有效区域积分，可计算相对照度。可使用图像余弦空间中的均匀网格在方向余弦空间中进行积分。

注意：RI 计算通常不会生成余弦四次方曲线，因为所谓的余弦四次方“定律”实际是一种基于有光阑面的薄缓无像差透镜的近似。对于更通用的透镜，包括远心、像差或渐晕透镜，可以使用投射的实体角度或从图像位置看到的出瞳有效区域的积分计算 RI，并且此计算不会生成简单的余弦四次方曲线。如果系统违背了计算假设，将显示错误消息，并且不会计算 RI。

有效 F/#

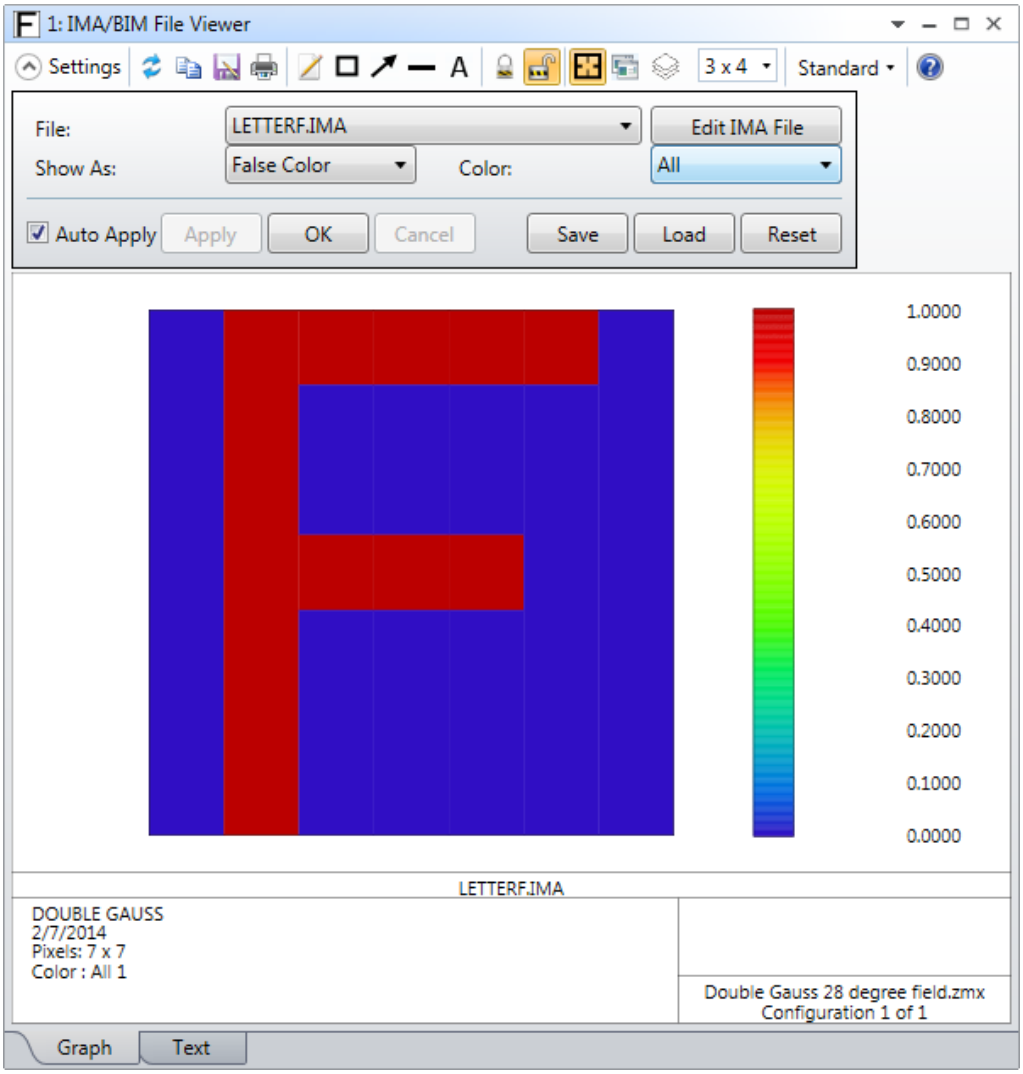
相对照度数据的文本列表还包含有效 F/# 的数据。有效 F/# 是具有 100% 透射率和圆形出瞳的完美光学系统为提供与所评估系统相同的图像照度所需要的 F/#。有效 F/# 的计算公式是：

$$E = \sqrt{\frac{\pi}{4A}},$$

其中 A 是为系统透射率加权的余弦空间中光瞳的投射实体角度区域。有效 F/# 是一个有用的指标，可用于比较不同光学系统所形成的图像的亮度，因为该指标会考虑 RI，并且不依赖于孔径形状。有关更多信息，请参阅 R. Siew 编写的“F-Number and the radiometry of image forming optical systems with non-circular aperture stops”（F 数和非圆形孔径光阑的成像光学系统的辐射度学），《Proc. of SPIE》出版，第 5867 卷 (2005)。

IMA 和 BIM 图片浏览器

此功能可显示 IMA/BIM 文件。请参阅“几何图像分析”，了解 IMA/BIM 文件详述。



文件　.IMA 或 .BIM 图像文件的名称。此文件必须位于 <images> 文件夹（参见“文件夹”）。请参阅“详述”部分，以查看 IMA 和 BIM 文件格式的完整说明。

显示　选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

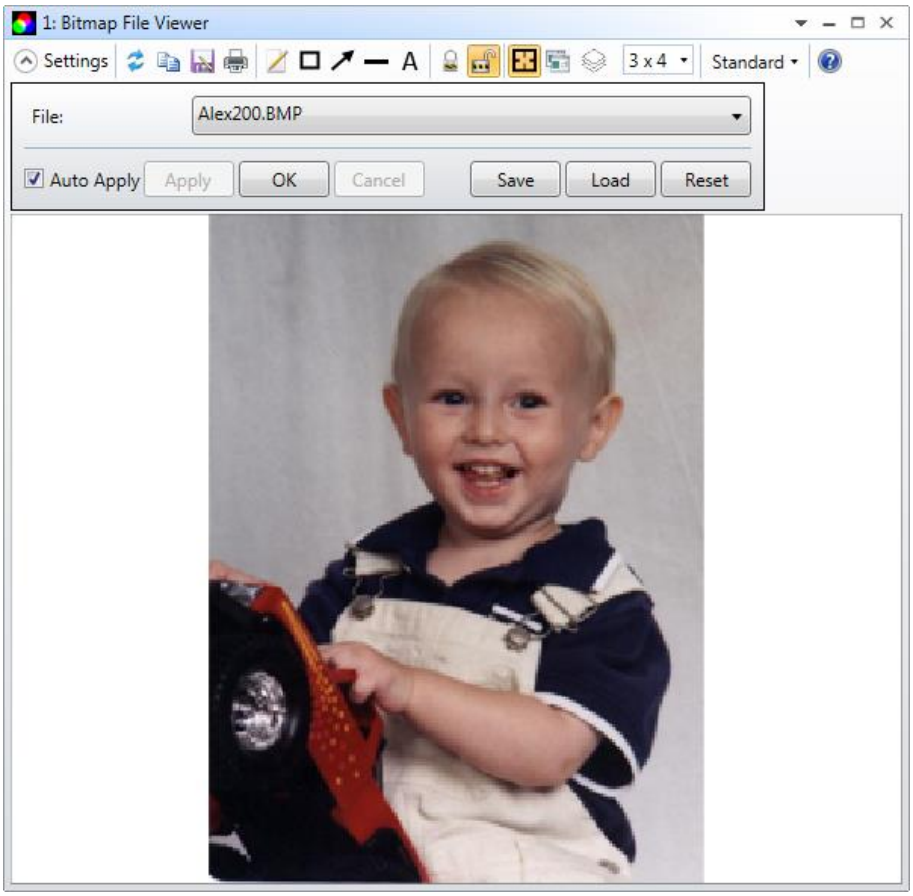
颜色　如果选定文件是二进制 IMA 文件，则此控件可用于选择要显示的颜色通道。

编辑 IMA 文件 按下此按钮将调用 Windows 记事本编辑器，它允许对当前选择的 IMA 文件进行修改。如果文件类型为 BIM，则此按钮将被禁用。

详述 所有输入值均归一化为相对强度 1.0，以便于显示。请参阅“几何图像分析”，了解 IMA/BIM 文件详述。

位图文件查看器

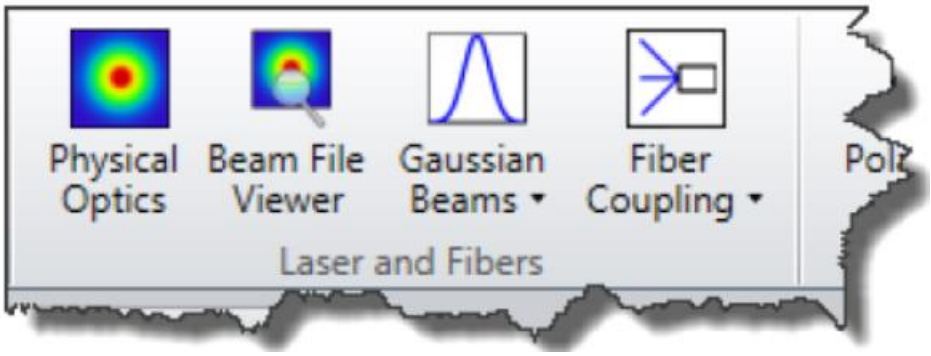
此功能可显示未经任何处理的 JPG、BMP 和 PNG 格式的图像文件。



文件 BMP、JPG 或 PNG 图像文件的名称。此文件必须位于 <images> 文件夹下（参阅“文件夹”）。

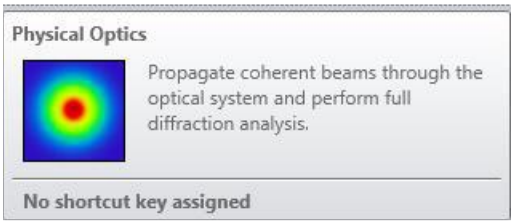
激光与光纤(Laser and Fibers Group)

激光和光纤（分析选项卡，序列）



物理光学传播 (Physical Optics Propagation)

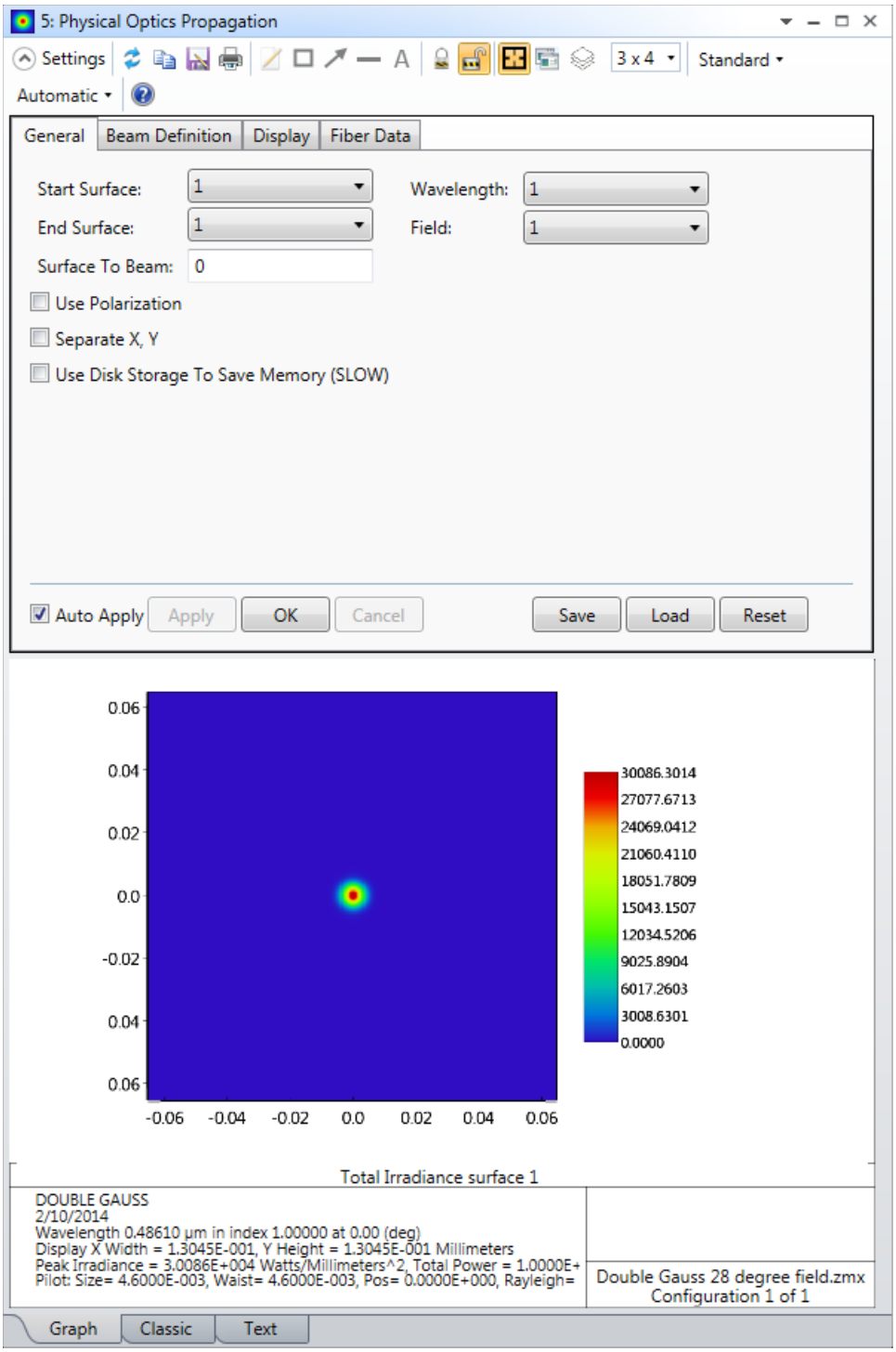




该功能仅适用于专业版和旗舰版 OpticStudio 软件。

此功能可将任意相干光束传播经过光学系统。对于这一功能的完整描述可以参见“关于物理光学传播”（About Physical Optics Propagation）。

在包含非序列元件的系统中，物理光学传播功能通常并不准确，详细信息可参见“传播通过非序列元件表面”（Propagating through non-sequential surfaces）。为了更精确的结果，可以用等效序列元件替换非序列元件。



通用选项卡（General Tab）

起始面（Start Surface）对初始光束设置传播起始表面。光束将在起始面稍前的光学空间中开始传播。

入瞳可被设置位起始面。如果系统是物方远心系统，即便入瞳被设置为起始面，系统也会

将面1作为真正的起始面。

终止面 (End Surface) 结束光学传播的表面。光束将在终止面稍后的光学空间中结束传播。

波长 (Wavelength) 用于光学传播的波长序号。

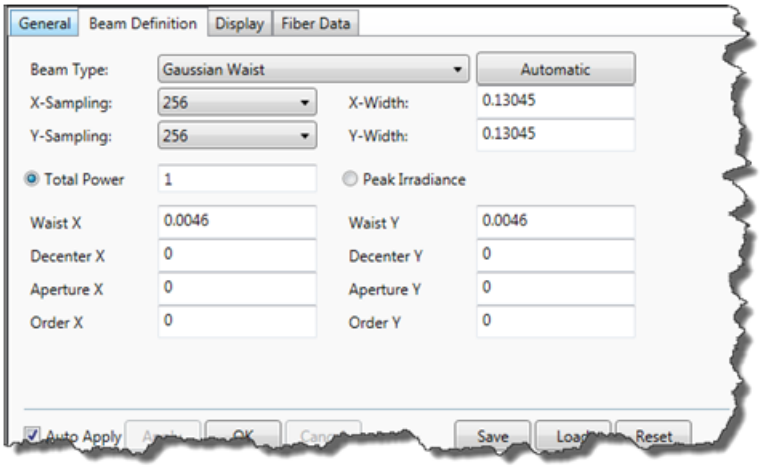
视场 (Field) 用于光学传播的视场序号。

表面到光束 (Surf to Beam) 起始面到起始光束位置的距离，单位为镜头单位。如果起始光束位于起始面左侧，则该数值为负值。

使用偏振 (Use Polarization) 如果选中，将会传播两个光束阵列，X 和 Y 偏振各一个。如果在系统选项 (system explorer) 中的偏振 (Polarization) 选中了“无偏振”且在此处选中偏振，则传播两束正交偏振光，且输出值为其平均值。因为该两光束不能相干求和，任何复视场数据输出值（例如实部、虚部、或者相位数据）将为零。

单独 X，Y (Separate X, Y) 如果选中，X 和 Y 方向将会独立传播。对于光束存在像散的系统、存在柱面或者 Toroidal 元件的光学系统，可以提供更有效的采样。

使用硬盘保存内存 (Use Disk Storage To Save Memory) 详细讨论参见“内存需求 (Memory requirements)”。



光束定义选项卡 (Beam Definition Tab)

X-、Y-采样 (X- Y- Sampling) 用于光束采样的采样点个数

X-、Y-宽度 (X- Y- Width) 由列阵表示的初始区域宽度，以镜头单位为单位。参见下方的 **Auto**。

自动 (Auto) 按下此按钮，将会计算最佳的X-、Y-最佳宽度，以使得瑞利范围内或外的光束被分配大致相同数量的像素点数。参见“采样点间距和采样的注释” **(Comments about point spacing and sampling)**。

光束类型 (Type) 参见关于“定义初始光束 (Defining the initial beam)”的讨论。

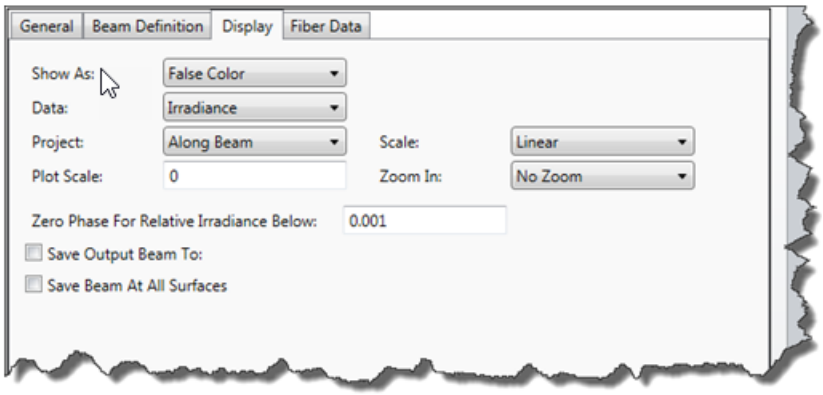
文件 (File) 参见关于“定义初始光束(Defining the initial beam)”的讨论。

照度峰值 (Peak Irradiance) 初始光束的照度峰值，单位为能量每面积。与总功率选项二选一。

总功率 (Total Power) 初始光束的总能量。与照度峰值选项二选一。

从文件读取功率 (Read power from file) 如果光束类型是文件 (File)，则按下此按钮会自动读取选中文件的能量和照度峰值。

参数 (Parameters) 对于不同的初始光束类型，需要不同的参数去定义光束分布。这些参数名称和数值将会随着光束类型的改变而改变。详细讨论可参见“定义初始光束(Defining the initial beam)”。



显示选项卡 (Display Tab)

显示为 (Show As) 可将光束显示为：表面、等高线、伪彩色、灰度、截面、圈入、方形、分裂等模式。值得注意的是圈入能量是半径的函数，方形和分裂下宽度为半宽。

行/列 (Row/Column) 如果显示为 (Show As) 选择了截面，该选项将显示特定行或者列的数据。

数据 (Data) 可选为辐照度（单位面积上的光功率），相位（光束的相位），振幅转换，或者相位转换。Ex和Ey分别表示光束的X-和Y-偏振。转换函数的数值仅表示通过最后一个表面后光束的强度和相位。这些数据主要用于对POP结果进行调试和分析。设置相位数据时，“相位”总是Ex的相位，尽管某些示例中光束的所有能量都在Y方向。

数据可以显示为图表，也可以显示为文本。图表和文本选项在分析窗口底部，可自由切换。除此之外，还可显示为提示报告 (propagation report)。提示报告中列举了各项不同数据，包括传输算法所使用的参数、传输结果的方向矩阵以及如果探测到结果不准确所包含的警告信息。

缩放 (Scale) 数据线性或者对数缩放。对数缩放仅应用于图表显示的辐照度数据（非文本）。

投影 (Project) 光束将会从以下任一角度观察：沿光束（这是沿着Pilot beam的主光线），沿法线，沿局部Z方向。注意到ZBF光束文件数据总是“沿光束”。参见下方关于光束投影的讨论。

保存输出光束至 (Save Output Beam To) 如果选中，并且填写了一个文件名称，光束在最后一个表面的复振幅将会写入文件。该文件可以在光束定义选项卡中再次通过光束类型选项读取。OpticStudio将"ZBF"作为文件名的后缀。ZBF文件被保存在<pop>文件夹下（参见“文件夹

(Folders) ”）。

保存所有表面的光束 (Save Beam At All Surfaces) 如果选中，物理光学传播过程中从起始面到终止面的每个表面上的光束文件都会被保存。“保存输出光束至 (Save Output Beam To) ”选项同时也要被选中，并且填写文件名。各个表面上的光束文件将会在填写的名称上添加表面序号作为文件名。

如果在通用选项卡 (General Tab) 中选中了“使用偏振”，同时输入光束是非偏振的（在系统选项偏振设置中没有定义偏振态），然后各个表面的光束文件将会分成两个正交的光束用来表示非偏振光束，为了区别两种光束在他们的文件名上会附加相应的下标。

例如，如果输出文件名称是“MyBeamData.ZBF”，假如“使用偏振”没有被选中，或者在系统选项中选中了“使用偏振”但未选择定义输入偏振状态，则第 12 个表面上的光束文件名称是“MyBeamData_0012.ZBF”。如果选中“使用偏振”，并且在系统选项中没有设置指定偏振态，则在上述案例中将会在第 12 个表面生成两个光束文件，分别命名为“MyBeamData_0012_1.ZBF” and “MyBeamData_0012_2.ZBF。ZBF 文件保存在<pop>文件夹下（参见“文件夹 (Folders) ”）。

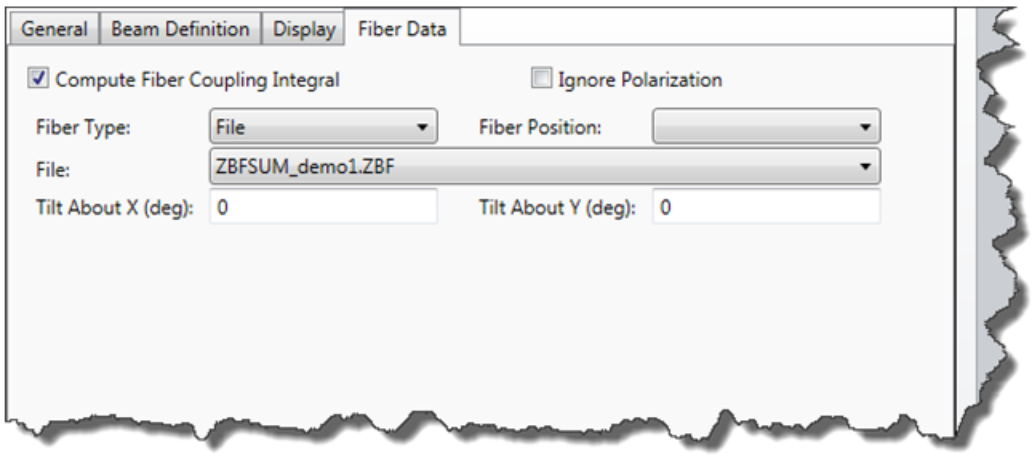
零相位照度阈值 (Zero Phase For Relative Irradiance Below) 当辐照度非常小的时候，相位值没有意义。计算接近零照度（相对于光束中的照度峰值）数据点的相位角会生成噪声图并列出没有任何意义的数据。这个值设置了计算相对照度最低限。相对照度小于此值的点的相位值为0。

图形缩放 (Plot Scale) 如果是零，伪彩图、灰度图、截面图的垂轴缩放将被设置为最大，对于对数图，则是下一个最大的10的幂。否则，最大垂轴缩放将会被设为归一化值。如果是对数图，则最大缩放值是下一个最大的10的幂，大于绘图缩放值。

相位图的比例总是-pi~pi。

轮廓格式 (Contour Format) 轮廓格式字符串。关于轮廓格式字符串的语法，可参见“轮廓格式字符串 (The Contour Format String) ”。等高线与显示数据定义的单位一致。

放大 (Zoom In) 放大光束的显示区域。这可以有效去除所显示的光束数据中的保护带。



光纤数据选项卡 (Fiber Data Tab)

计算光纤耦合效率 (Compute Fiber Coupling Integral) 如果选中，则将会在此选项卡下，使用光纤数据并计算光纤耦合效率。否则，将不会计算光纤耦合效率。可参考“光纤耦合效率 (Computing Fiber Coupling)”。

忽略偏振 (Ignore Polarization) 如果选中，光纤模式将会是非偏振的，尽管光束是偏振的。如果不选中并且光束是偏振态的，则光纤耦合重叠积分分别计算两个正交的偏振方向，计算结果结合起来产生整体耦合效率。参见“定义光纤模式 (Defining the fiber mode)”。

X/Y倾斜（度） (Tilt About X/Y (deg)) 光纤模式关于光束，所对应于各轴进行的角度倾斜。光纤模式的相位将会随之线性倾斜，与倾斜角成比例关系。

光纤类型 (Fiber Type) 选择光纤的模式。参见“计算光纤耦合效率 (Computing Fiber Coupling)”。

文件 (File) 选择DLL文件或者数据文件描述光纤模式。参见“计算光纤耦合效率 (Computing Fiber Coupling)”。

参数 (Parameters) 不同的光纤模式需要用不同参数来定义。这些参数的名称和数值将会随所选光纤类型的改变而改变。

光纤位置 (Fiber Position) 接收光纤的中心参考表面顶点或者主光线。入射的POP光束参考的是主光线位置和角度。

讨论(Discussion)

关于物理光学传播的完整描述可参见“关于物理光学传播 (About Physical Optics Propagation)”。

关于光束投影的注释：

物理光学分析计算光束到达与主光线相切的表面的辐照度和相位，切点位于主光线与表面的交点。表面的方向矩阵可以从提示报告中确认。当光束折射至或者反射出终止面时，系统将会显示辐照度或者相位数据。代表光束中心的主光线将会以非零入射角到达表面，表面的法线通常与局部 Z 轴成一定夹角。使用“显示”选项卡里的“投影”选项，光束数据将会沿光束、沿法线、沿局部 Z 显示。后面两个选项通过光束与“投影”选项所选的项目的夹角的余弦值来拉长光束以获得相应的计算结果。

光束本身总是由与主光线垂直的坐标系统中的数据阵列表示。由于此原因，保存在文件夹中的光束数据，在光束显示器 (Beam File Viewer) 中显示时，过与存储在文件中的同一光束相比，通过该特性投射到表面上的光束可以被拉长，并用光束文件查看器 (Beam File Viewer) 查看。参见“光束查看器” (Beam File Viewer)。

OpticStudio 中光束总是以所选视场和波长的主光线为中心，所以光束文件中的数据位置是相对于

主光线的。
光束中心点的坐标是：(nx/2+1, ny/2+1)。

分析窗口也可能包含以下一些数据：

- X 宽度/Y 高度：光束阵列在最后一个表面的的宽度和高度，单位是镜头的单位。
- 峰值照度：最大照度，单位面积内的能量。在“单位”(“Units”)选项卡里设置能量和面积的单位。
- 总能量：光束的总能量。在“单位”(“Units”)选项卡里设置能量和面积的单位。
- 导向光束数据(Pilot Beam Data)：导向光束数据包括径向光束尺寸，光束束腰，位置，瑞利范围。关于导向光束的详细信息可参见“导向光束”(“The pilot beam”)。

光纤耦合：如果选中“计算光纤耦合积分”，则将计算光纤耦合效率并显示。否则，将不会计算光纤耦合效率。可参考“光纤耦合效率”(“Computing Fiber Coupling”)。系统效率是从起始表面传输到光纤耦合表面的光束功率的一小部分。接收效率是光束模式耦合进光纤模式中的一部分。总的耦合效率是这两个数的乘积。更多信息可参见“光纤耦合效率”(“Computing Fiber Coupling”)。

物理光学传播 (About Physical Optics Propagation)

介绍 (Introduction)

该功能仅搭载在OpticStudio的专业版和旗舰版中。物理光学传播非常复杂，在使用这该

功能前，建议用户阅读并理解这部分内容。

几何光学是基于光线追迹的光学系统模型，光线是一种虚拟线，可作为代表具有恒定相位的表面的法线，该表面称为波前。光线和波前都可以用来表示光束。然而，光线和波前的传播方式不同。光线传播是沿着直线的，并且光线之间不会相互干涉；然而波前传播则会发生自相干涉。因此，光线传播模式和波前传播模式是光束在通过自由空间或者光学元件传播的两种表示方式。光线追迹模式速度快、灵活，并且对于大部分的光学系统建模都非常有用。然而，光线追迹模式不适合模拟某些重要的效应，主要为衍射效应。

OpticStudio 也具备基于光线追迹的衍射计算，例如衍射 MTF 或者 PSF。这些衍射计算做了一些简单的近似：所有重要的衍射都是源于出瞳到像面这一区间。这种方法有时候称为“一步近似”(single step approximation)。光线追迹用于从物空间开始传播光束，通过所有的光学元件和介质空间，一直到像空间的出瞳。利用光线在出瞳处的分布，包括透射振幅和累积的光程差 (OPD) 计算的相位，形成复振幅波前。然后，再通过一步近似，利用衍射计算将复振幅波前传播到近焦处。

几何光学和一步近似对于大部分传统光学设计是很有用的，这些系统中光束不会聚焦到除最终像面外的任何位置。然而，这种模型在以下几个重要的情况下会出现问题：

当光束聚焦到中间焦点，特别是接近截断光束的光学元件处（光线本身不能正确预测近焦位置处的光场分布）。

当远离焦点处的衍射效应受到关注时（光线在振幅和相位上保持均匀，波前则会改变振幅和相位）。

当光束是准直的，并且传播距离很远（准直的光线不管传播多远都还是准直的，然而实际光束会发生衍射或者发散）。

物理光学是通过波前传播对光学系统进行建模。光束由一系列离散点列阵表示，类似于利用离散采样的光线追迹法对几何光学系统进行分析。整个阵列可传播通过光学表面间的自由空间。在每一个光学表面处，则计算得到一个传递函数，将光束从光学表面的一侧转移到另一侧。物理光学模型允许对任意相干光束进行非常详细的研究。例如：

高斯光束或者任意形式的高阶多模激光束（光束可用户自定义）。

光束可以沿着任意视场点传播（斜光束）。

光束的振幅、相位、强度均可在光学系统中的任一表面计算。

有限透镜孔径产生的影响，包括空间滤波器，均可建模。

通过OpticStuio光线追迹可建模的任意光学元件，物理光学传播均可以精确计算光束的传播情况。

物理光学模型通常比传统光线追迹更精确地预测远离焦面的光束的详细振幅和相位结构。然而，物理光学传播分析也有局限性：

物理光学分析通常比几何光学分析更慢；

由于整个光束阵列必须一次性保存在计算机内存里面，所以对于大采样阵列需要很大的运行内存。

采样限制了光束像差建模的精确度。对于大像差系统，建议使用几何光学分析。

下面的章节将会总结物理光学传播算法和正确使用OpticStudio中这个功能的信息。

支持多个处理器

OpticStudio 中物理光学传播进程设计在多核计算机中可使用。具有两个或者多个 CPU 的计算机执行物理光学传播功能快于单个 CPU 的计算机。

衍射传播 (Diffraction Propagation)

一些现有的文献有对衍射传播进行详细描述，读者能够很好的理解衍射传播的理论和方法。OpticStudio 的物理光学分析方法主要参考文献如下：

Goodman, Joseph W., Introduction to Fourier Optics, McGraw-Hill, New York (1968).

Lawrence, George N. "Optical Modeling", in Applied Optics and Optical Engineering, Volume 11, R. R. Shannon and J. C. Wyant, eds., Academic, New York (1992).

这里仅总结与 OpticStudio 中使用物理光学传播功能相关的材料。

如何表示电场 (Representation of the Electric Field)

电场在三维坐标系下表示为：

$$\vec{E}(x,y,z) = Ex\hat{x} + Ey\hat{y} + Ez\hat{z}$$

其中 E 值始终是复数，$\hat{x}$, $\hat{y}$ 值$\hat{z}$是笛卡尔单位矢量。OpticStudio 的坐标系统中光束主要沿着局部 z 轴传播。Z 轴用于表示光束与每个光学空间中的参考主光线对齐，因此该 Z 轴通常与用于定位光学器件的镜头数据编辑器所定义的 Z 轴不相同。因为光束沿着局部 Z 方向传播，所以第一个近似是忽略 Ez 分量。由于电场必须始终与光线传播方向垂直，所以在需要时可以从其他数据重建 Ez，

之后将有所描述。

通过跟踪沿着 X 轴和 Y 轴的电场分量，可以研究由偏振引起的影响，例如透射和反射损耗、偏振像差，当然还有光束的偏振状态。如果不考虑偏振效应，则电场的 Y 分量可能被忽略，从而提高计算速度。

菲涅尔数(The Fresnel Number)

$$\mathrm{F_n} = \frac{2}{\lambda}[\sqrt{\mathrm{Z^2 + A^2}} - \mathrm{Z}]$$

菲涅尔数是物理光学建模中很实用的概念。严格地说，菲涅尔数的定义仅适用于有限延展的无像差旋转对称光束。
然而，这个概念对于一些没有达到这一标准的情况也适用。菲涅尔数取决于光束的直径、波前相位的曲率半径，以及到期望的电场复振幅的观察点的距离。从概念上说，菲涅尔数是从光束中心到边缘的环形“菲涅尔区”的数量。菲涅尔区是从观察点看到的相位变化 π 的径向区域。

$$F_n = \frac{A^2}{\lambda Z}$$

完美准直光束的菲涅尔数计算公式如下：

$$F_N = \frac{2}{\lambda}[\sqrt{Z^2 + A^2} - Z]$$

上式中 Z 大于 A 则可取近似值：

$$F_n = \frac{A^2}{\lambda Z}$$

其中 A 是光束的径向尺寸，Z 是从光束到观察点的距离。菲涅尔数随着 Z 值增大而减小。

非准直的光束，概念是相同的。若观察点在焦点附近时，汇聚光束的菲涅尔数将非常小。由于在焦面上没有相位到达 π 的区域，理想的球面光束汇聚点处的菲涅尔数为零。随着观察点离开焦面，菲涅尔数随之增加。

近场和远场 (Near and Far Field)

如果菲涅尔数很小，小于 1 时，则光束在观察点处相对于当前光束被称为“远场”。如果菲涅尔数大于 1，则光束在观察点处相对于当前光束称为“近场”。
从光束的当前位置到计算菲涅尔数的观察点的传播时，考虑近场和远场是很重要的，而不是仅考虑光束的严格位置关系。例如，光束在光学系统出瞳处通常称为近场，因为远场位于焦点处。然而，如果散焦很小，从焦点到略微偏离焦点观察点的短传播可能是近场传播。

近场或者远场传播将决定衍射传播方法的选择。

角谱传播 (Angular Spectrum Propagation)

众所周知，平面波在各向同性介质中传播时仍然保持平面波。

平面波可以表示为：$e^{i\vec{k}\hat{z}}$，其中$\vec{k}$是波矢量。振幅为(2π)/λ，$\hat{z}$是局部 z 方向。矢量$\vec{k}$沿着光束传播方与波前垂直。

法线方向的方向余弦分别是：α, β, 和 γ，$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$，则平面波可表示为：

$$e^{i\frac{2\pi}{\lambda}(\alpha x+ \beta y+\gamma z)}$$

下面回顾下傅里叶变换和傅里叶逆变换：

$$FF[A] \equiv \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}[A]e^{-i2\pi(x\xi+y\eta)}dxdy \ ,$$

$$FF^{-1}[A] \equiv \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}[A]e^{i2\pi(x\xi+y\eta)}d\xi d\eta \ .$$

令 G=FF[E]，也就是说，G 是电场 E 的傅里叶变换。然后定义：

$$E(x,y) = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}G(\xi,\eta)e^{i2\pi(x\xi+y\eta)}d\xi d\eta \ .$$

因此，电场看作是为具有方向余弦传播的一组平面波的积分。

$$\alpha = \lambda\xi \ , \ \beta = \lambda\eta \ , \text{ and } \gamma = \sqrt{1-(\lambda\xi)^2-(\lambda\eta)^2} \ .$$

消除 γ，使得平面波近似是相对于 z 轴以小角度传播（有关这些近似的更多信息，请在帮助文件中搜索“算法假设 (Algorithm Assumptions) ”），平面波的方程可表示为：

$$e^{\frac{i2\pi z}{\lambda}\sqrt{1-\alpha^2-\beta^2}} \approx e^{\frac{i2\pi z}{\lambda}} e^{\frac{-i\pi z(\alpha^2+\beta^2)}{\lambda}} \ .$$

$e^{\frac{i2\pi z}{\lambda}}$项只是一个通常被忽略的相位传播项。取决于 α 和 β 的项是平面波在自由空间中的传递函数。定义$\rho^2 = \varepsilon^2 + n^2$，则平面波传递函数可表示为：

$$G(\xi,\eta,z) = G(\xi,\eta,0)e^{-i\pi\lambda z\rho^2} \ .$$

为了将电场从一个平面传播到另一个平面，电场需要进行傅里叶变换，应用平面波传播算法，然后对得到的分布进行傅立叶逆变换。这些操作可以通过定义平面到平面 (PTP) 运算符来说明：

$$E(x, y, z_2) = PTP[E(x, y, z_1), (z_2 - z_1)],$$

其中

$$PTP(E, \Delta z) \equiv FF^{-1}[T(\Delta z)FF[E]],$$

并且

$$T(\Delta z) = e^{-i\pi\lambda\Delta z\rho^2}.$$

请注意，传递函数 T(Δ z) 具有单位幅度和复相位。如果 $\lambda\Delta z\rho^2$ 很小，则该相位在频域 G 中从点到点的变化缓慢。但是如果 $\lambda\Delta z\rho^2$ 很大，则该相位变化迅速。如果有限阵列中相邻点之间的相位变化超过约π/2，则相位变得模糊，并且发生称为混叠的现象。由于这个原因，如果传播距离相当短或者如果光束几乎准直，则角谱方法工作得非常好。尽管衍射理论对于任何传播距离都是准确的，但是当光束由有限大小的离散点阵列表示时，如果角度光谱传播算法的相位在点之间变化太快，则不能精确地表示光束的相位。

当使用角谱传播算法时，电场的相位相对于平面进行测量。正相位表示相对于平面，波前沿局部+ z 轴方向先于平面波，而与传播方向无关。

当菲涅尔数量很大时，角谱传播算法很有用。也包括光束传播短距离这种重要情况。然而当光束发散（也就是 ρ ）很小时，角光谱传播算法对于传播大的距离也很有效。一个好的经验法则是，如果光束没有明显改变尺寸，可以使用角谱传播算法。为了传播具有小菲涅尔数的且尺寸变化明显的光束，需要单独的理论和数值方法。

菲涅尔衍射 (Fresnel Diffraction)

对于小菲涅尔数的情况，菲涅尔衍射理论比较适用。有关完整的讨论和推导，请参阅引言中给出的 Goodman 的参考资料。菲涅尔理论中的关键假设要求被计算的光场不太接近初始场。也就是说，如果 z2 – z1 =Δz，当 Δz 很大，z2 处的电场推荐用这种计算方法。另一种说法是，光束不能太快分开。F 数非常快的光束不能用菲涅尔衍射理论精确建模（关于这些近似值的更多信息，请查看帮助文件中的“算法假设 (Algorithm Assumptions) ”）。在菲涅尔区域，电场分布由下式给出：

$$E(x_2, y_2, z_2) = \left[\frac{e^{ikz}}{i\lambda\Delta z}\right] q(r_2, \Delta z) \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} E(x_1, y_1, z_1) q(r_1, \Delta z) e^{-\frac{i2\pi}{\lambda\Delta z}(x_1x_2 + y_1y_2)} dxdy,$$

其中：

$$q(r, \Delta z) = e^{(i\pi r^2)/(\lambda\Delta z)}.$$

上述表达式中的每个项都有一个实用的物理解释。起始项表明，随着光束传播，相位沿着 z 轴变化，就像前面介绍的平面波一样。幅度也随着距离线性减小，或者强度 (E * E) 为二次方下降。

称为二次方相位因子的表达式 q (r， Δ z) 表示该相位是以半径为 Δ z 的球体为参考的（严格地说，它是一个抛物体，但我们已经在菲涅尔衍射中假设 r2<< Δ z）。

这是一个非常有用的属性，所有的电场只需要表示相对于参考球面的相位差。这显着减少了精确定义光束相位所需的采样点数量。当使用菲涅尔传播算法时，电场的相位相对于参考球面测量，该参考球面的半径等于其到束腰的距离，这与高斯光束的相位曲率半径不相同。正相位表示相对于参考球面，波前沿局部 + z 轴向前，而与传播方向无关。

q (r， Δ z) 的另一个重要特性是随着 Δ z 变大，q (r， Δ z) 在相位上变化得更慢。
这与 T (Δ z) 算法相反，随着 Δ z 变大，相位快速变化。

因此，菲涅尔数小时菲涅尔衍射是有很用的。

选择正确的传播算法 (Selecting the Correct Propagator)

OpticStudio 将在菲涅尔数较大时自动选择角谱传播算法，而菲涅尔数较小时则自动选择菲涅尔传播算法。有些情况下，角谱传播算法是比菲涅尔更好的选择，并且 OpticStudio 支持表面特定选项来选择角谱传播算法，而不是选择默认算法（菲涅尔传播算法）。

夫琅禾费衍射 (Fraunhofer Diffraction)

在菲涅尔衍射表达式中，如果 Δ z 非常大，那么可以忽略 q (r， Δ z) 。这产生了夫琅和费衍射表达式，如下：

$$E(x_2, y_2, z_2) = \left[\frac{e^{ikz}}{i\lambda\Delta z}\right] \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} E(x_1, y_1, z_1) e^{-\frac{i2\pi}{\lambda\Delta z}(x_1x_2 + y_1y_2)} dxdy,$$

或者

$$E(x_2, y_2, z_2) = FF(E(x_1, y_1, z_1)),$$

其中省略了相位和幅度因子。远场分布只是近场分布的傅立叶变换的缩放。 夫琅禾费衍射只有在菲涅尔数几乎为零时才有效。

OpticStudio 中基于光线的衍射特征，例如衍射 MTF 和 PSF，假定为夫琅禾费衍射。这就是为什么 OpticStudio 无法计算焦点过远的基于光线的衍射 MTF 或 PSF。夫琅禾费假设未在 OpticStudio 中的物理光学传播算法所使用，这里为了完整性而进行介绍。

引导光束 (The Pilot Beam)

束腰为w_0的高斯光束，瑞利范围由下式给出：

$$z_r = \frac{\pi \omega_0^2}{\lambda}.$$

光束的相位曲率半径是距束腰的距离 z 的函数，：

$$R(z) = z + \frac{z_r^2}{z}.$$

从上式可以看出， z = 0 时瑞利半径无限大，在 z =z_r时半径达到最小值 2z_r。当 z 逼近无限时，瑞利半径渐近逼近无穷大。高斯光束轴向的相位由 Gouy 偏移定义，如下：

$$\theta(z) = \tan^{-1}\left(\frac{z}{z_r}\right).$$

例如，在瑞利距离处，轴向相位是 π / 4。光束的大小也是该距离的函数：

$$\omega(z) = \omega_0\left[1 + \left(\frac{z}{z_r}\right)^2\right]^{1/2}.$$

注意远距离时光束的大小会线性增大。 光束的发散角由下式给出：

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\omega_0}{z_r}.$$

考虑到通过采样离散的点来数值化表示光束的问题，如果使用的点的间距恒定，当传播距离到离束腰很远的位置时，光束将扩展到列阵的边缘之外。因此，远离束腰时，点间距与

z 成正比进行坐标线性扩展是最好的。然而，在束腰附近时，光束尺寸不会减小到零，而是保持合理的常数大小，在这种情况下，恒定值采样是最方便的。这种折衷的采样系统，在束腰附近使用恒定的采样间距，在距束腰较远处使用线性缩放的采样间距。

之前开发的衍射理论并没有对正在传播的电场定义任何特定的形状或形式，算法在很大程度上独立于电场分布。然而，采样的问题依然存在。计算（甚至定义）具有不规则孔径或不存在孔径的任意像差光束的菲涅尔数字也是不切实际的。

出于这个原因，使用引导光束 (pilot beam) 来辅助物理光学传播算法来确定选择哪种传播算法。引导光束 (pilot beam) 是理想的高斯光束，具有束腰、光束尺寸、相位半径和相对 z 位置。初始参数通过对初始光束分布进行高斯方程拟合生成。然后，引导光束 (pilot beam) 从表面依次传播。在每个表面计算新的光束参数，例如新的束腰、相位、相位半径或位置。然后使用引导光束 (pilot beam) 的特性来确定实际光束分布是在瑞利范围之内还是之外，以及使用什么传播算法是合适的。

光束穿过孔径（如小孔）之后，可能需要重新计算引导光束 (pilot beam) 的参数，后续帮助文件中会有叙述。

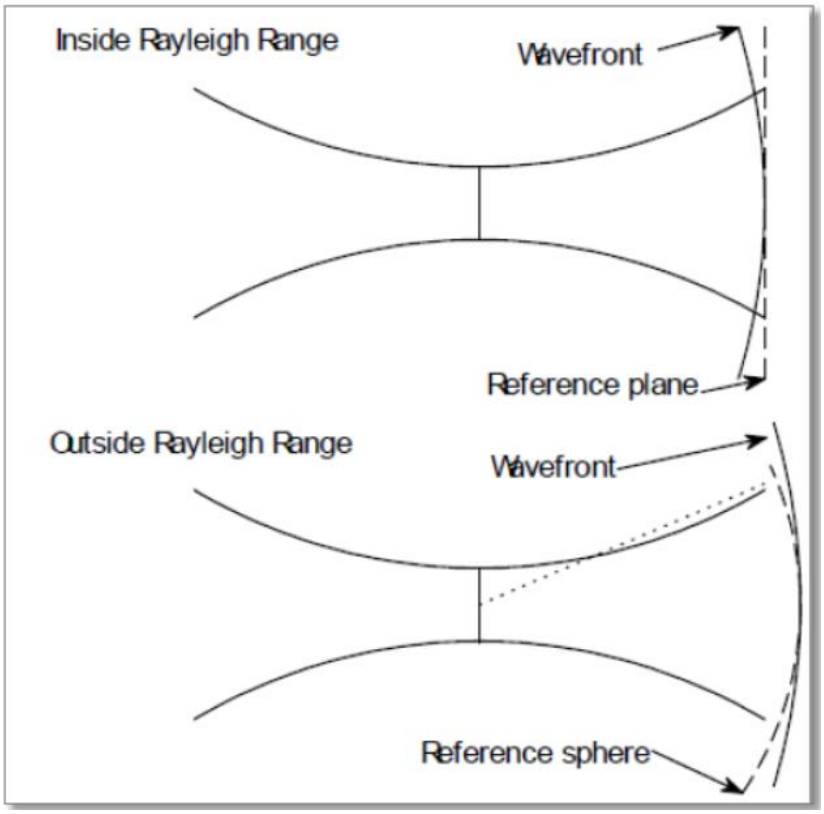
相位数据的符号规约 (Sign Conventions for Phase Data)

当使用 DLL 文件、光束文件或执行相位匹配至关重要的光纤耦合计算时，理解相位符号规约是非常重要的。

如前几节所示，当光束接近准直时，角谱传播算法工作得最好，而菲涅尔理论在光束发散时效果最好。当使用角谱传播算法时，电场的相位是相对于平面的。

一旦光束传播到瑞利范围，则使用菲涅尔传播算法，电场的相位参考于球面的，球面半径是引导光束 (pilot beam) 从束腰当前位置的距离。

相位的符号是正的，如果波前在参考面“右侧”，即为局部 z 轴正方向。对于在瑞利范围内沿 z 轴正向传播的光束，相位斜率是负的，因为波前在参考平面的左边。刚好瑞利范围之外时，相位斜率是正的，因为波前现在在参考球面的右边。



因此，在沿 z 轴正向传播的情况下，当从瑞利范围内部向外部传播时，电场的相位的斜率将从负“翻转”至正。

例如，对于高斯光束，在束腰位置参考平面相位均为零。如果光束在束腰正向传播到刚好进入瑞利范围内，则光束中心的相位将变为 π /4 弧度，这是由$\varphi = tan^{-1}(z/z_r)$给出的 Gouy 位移。光束的相位半径将变为瑞利距离的两倍。由于弯曲的波前相位是相对于平面测量的，所以随着径向孔径的增加，波前相位相对于波前的中心负值越来越大。

假设现在光束传播一小段距离，那么现在引导光束 (pilot beam) 刚好在瑞利范围的远端，相位将在中心处保持 π / 4，但参考半径为到束腰的距离的球面，同时该距离也是这种情况下的瑞利范围。由于参考球面的半径小于波前的曲率，所以现在光束的相位斜率将“翻转”，随着径向孔径增大逐渐增大。

最后，随着波束进一步传播超过瑞利距离，相对于参考球面的相位将趋于恒定的 π / 2 弧度（Gouy 偏移的极限值）。

光束的两种表示方式是等效的，但在构造或比较不同光束时，必须注意考虑适当的相位参考表面。

在瑞利距离内部和外部传播（Propagating In and Out of the Rayleigh Range）

本节中使用的命名规约来自本帮助文件中前面引用的来自 Lawrence 的参考文献。

前文表明，使用 PTP 算法可以很好地模拟短距离传播。该算法能够使得样本间距保持不变。

当光束已经在引导光束 (pilot beam) 的束腰时，使用菲涅尔传播算法是最方便的，并且该电场在远离束腰的位置相对于参考球面也是比较理想的。出于这个原因，菲涅尔传播算法也称为束腰到球面算法 (WTS) 。

$$E(x_2, y_2, z_2) = WTS[E(x_1, y_1, 0), z_2] \quad ,$$

其中，

$$WTS(E, \Delta z) \equiv \left[\frac{1}{i\lambda z_2}\right] FF^s[q(r_1, z_2)E] \, , \; s = \frac{z_2}{|z_2|} \, ,$$

$$\Delta x_2 = \frac{\lambda |z_2|}{n_x \Delta x_1} \, , \text{ and } \Delta y_2 = \frac{\lambda |z_2|}{n_y \Delta y_1} \, ,$$

其中 nx 和 ny 是阵列 x 和 y 方向上的点数。最后两个表达式在应用运算符后产生新的线性缩放采样间距。反向运用则产生球面到束腰(STW)算法

$$STW(E, \Delta z) \equiv q(r_1, z_2) FF^s[i\lambda z_2 E] \, ,$$

采样间距也有类似的变化。有四种可能的传播情况需要考虑：

II：从瑞利范围内部到内部传播

IO：从瑞利范围内部到外部传播

OI：从瑞利范围外部到内部传播

OO：从瑞利范围外部到外部传播

所有这些情况都可以通过 PTP，WTS 和 STW 算法的适当组合来表示：

II(z1, z2) = PTP(z2 - z1)
IO(z1, z2) = WTS(z2 - z0)PTP(z0 - z1)
OI(z1, z2) = PTP(z2 - z0)STW(z0 - z1)
OO(z1, z2) = WTS(z2 - z0)STW(z0 - z1)

其中 z0 是引导光束束腰的位置，z1 是光束起始位置，z2 是光束终止位置。

X 和 Y 方向分开传播 (Separation of X and Y Propagation)

对于旋转对称光学系统，适用于引导光束 (pilot beam) 传播方法。 当光束是存在像散或变形时，或系统中有圆柱形或环形光学元件时，则将光束在 X 和 Y 方向分开传播是更有效的建模方式。通过在物理光学传播分析的设置窗口内常规选项卡中选中 X 和 Y 方向分开传播 (Separate X/Y) ，则开启该功能。

如果 X 和 Y 方向是分开传播的，那么将会有两个引导光束，X 和 Y 方向各一个。相位参考在 X 和 Y 方向也是不同的。用“双球” ("bispherical") 面代替球面作为参考面，双球面的公式如下：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - c_x^2 x^2 - c_y^2 y^2}},$$

其中

$$c_x = \frac{1}{R_x}, c_y = \frac{1}{R_y}.$$

引导光束的相位半径、束腰、位置、瑞利范围、发散角在 X 和 Y 方向上都是不同的。独立地在 X 和 Y 方向传播光束，会降低计算效率，所以这个选项最好在必要时才使用。

关于点间距和采样的注释 (Comments about Point Spacing and Sampling)

虽然阵列点 nx 和 ny 的总数保持不变，但阵列大小和点间距 Δx 和 Δy 将随着光束传播而变化。如果阵列宽度在束腰处相对于束腰尺寸非常大，那么穿过束腰的采样点则相对较少。

这将导致远离束腰处的阵列尺寸更小，此时光束尺寸上具有相对大量的采样点。相反，如果阵列尺寸在束腰处较小，则在远离束腰位置处，阵列尺寸会变大，因此对于光束只有很少的采样点。请参阅“使用建议 (Suggestion for Use) ”，了解如果采样网格相对于光束尺寸过大或过小可能出现的问题。这种反比关系用于衍射建模的傅立叶变换理论是非常必要的，但使用起来常常不方便。前面的章节给出了描述点间距变化的精确方程。

在光束靠近束腰位置良好采样和远离束腰位置良好采样之间显然存在权衡。可以证明，为了在束腰位置和远离束腰处实现相对于光束尺寸的大致均匀的采样，在 X 和 Y 方向上的束腰处的阵列尺寸应该为：

$$X = \omega_{0x}\sqrt{\pi n_x},\ Y = \omega_{0y}\sqrt{\pi n_y}.$$

物理光学分析功能的设置窗口有一个“自动” (Auto) 按钮，它将使用此公式来设置初始阵列宽度。有关更多信息，请搜索“物理光学传播 (Physical Optics Propagation) ”的光束定义 (Beam Definition) 相关设置。

通过任意光学表面传播 (Propagation Through Arbitrary Optical Surfaces)

到目前为止，所述的方法是对于光束在各向同性介质的空间中传播的。然而，对实际光学系统，往往需要考虑通过诸如透镜和光阑等光学元件传播光束的情况。
在物理光学分析中，很难做到对任意形状的表面直接进行衍射传播。困难在于表示平面或球面相位参考阵列中离散点的复振幅。当光束入射到曲面上时，光束的不同部分沿着局部 z 轴与表面在不同的点相交。

为了避免这个问题，用引导光束 (pilot beam) 的特性来产生一组光线，用于表示入射在表面上的波前。这组光线称为探测光线 (Probing Rays) ，将采用传统的几何光学方式通过光学表面进行追迹。然后使用每条光线的路径长度、位置和角度像差来重建经过表面之后的引导光束和复振幅信息。探测光线组主要将光束传播通过表面。

探测光线组可以用来确定：

对于引导光束的表面光焦度，以及出射后的光束方向；

表面上的偏振相位和振幅的透射情况；

任何光阑（或光线错误）引起的表面渐晕。请注意，没有定义严格孔径的表面将会通过整个光束而不会产生渐晕，与系统孔径设置无关；

相位像差；

光束的变形及其非线性拉伸和压缩（畸变）。

利用探测光线的方式，可以将光束传播通过单个表面或同时多个表面。这是一个非常理想的情况，因为对于很难用物理光学传播建模的光学元件组，可能使用几何光学来将光束在其中传播。这些元件包括高度倾斜的表面和渐变折射率透镜等等。使用光线追迹法一次对多个表面进行传播也会提高分析效率。一些特殊表面（如 ABCD 矩阵面）和某些类型的菲涅尔面则根本不能够进行 POP 分析，因为 POP 无法计算这些表面的有效相位。如果这些特殊表面类型存在，POP 将无法正常进行，此时 OpticStudio 会发出警告。

通过非序列表面的传播 (Propagating Through Non-Sequential Surfaces)

在 OpticStudio 中，对非序列元件 (NSC) 表面进行物理光学分析是一个难题。非序列表面上有大量的非连续元件，导致入射光束可能不会入射到所有或任何这些元件上，或者光束的一部分从其余部分分裂出来入射到元件上，或者任何其他可能性。POP 使用的菲涅尔传播方法不适合计算包括任意 NSC 表面的光学系统。

有限的几种情况下 POP 可以用来在具有 NSC 表面的光学系统中传播，并且分析结果具有一定可信度。情况如下：

-NSC 表面是单个透镜或反射镜

-具有有效序列光路和相对于光束尺寸较大孔径的棱镜；

即使在这些情况下，POP 也只能使用光线追踪来模拟 NSC 表面赋予光束的有效相位，衍射传播的分析是不可能做到的。出于这个原因，只应使用 POP 通过薄 NSC 表面传播的相对较慢的光束。在相信对 NSC 表面进行物理分析的传播结果之前，务必仔细检查 POP 结果。

偏振计算 (Accounting for Polarization)

如果选择偏振模式，OpticStudio 将使用偏振光线追迹来确定所有探测光线的特性和相应的传递函数。偏振光线追迹可以模拟光薄膜对光束的透射或反射时的相位和振幅影响。

OpticStudio 假定电场的 Ex 和 Ey 部分考虑了光束中任何给定阵列点的所有能量。 然而，Ez 分量是偏振光线追踪所必需的。OpticStudio 根据电场 E 必须垂直于传播方向向量 k 这一条件来重新创建 Ez 向量。矢量 k 根据引导光束 (Pilot Beam) 的特性以及光束的相位误差来计算。Ex 和 Ey 电场被重新归一化用以表示正确的光束强度。在偏振传播后，重新归一化 Ex Ey 能量，用来保持 Ez 分量上的能量，然后舍弃前一步的数据，继续传播。

内存要求 (Memory Requirements)

几何光学光线追踪通常只需要很少的内存 (RAM)，因为每根光线都可以从物面到像面进行追踪，不受其他光线的影响独立传播。物理光学要求更高，因为整个光束必须同时存储。OpticStudio 使用 8 字节“双精度”浮点数来存储光束数据。因为电场振幅是一个复数，每个阵列位置上实际有 16 个字节。以下是传播算法各个模块运行时对应的内存需求：

任务 (task)	内存要求 (RAM Requirement)
存储非偏振光束	每个网格点需要 16 个字节
存储偏振光束	每个网格点需要 32 个字节
计算表面转移探测射线组	每个网格点需要 56 个字节 对于一些特殊的面型，例如近轴面和双折射面，会需要额外的内存，每个网格点可能需要高达 90 个字节

例如，通过常规折射表面传播的非偏振光束，2048 x 2048 的采样需要约 288 Mb 的内存。OpticStudio 目前支持的最小阵列尺寸为 32 x 32，32 位版本的 OpticStudio 最大阵列尺寸为 8192 x 8192，64 位版本的 OpticStudio 最大阵列尺寸为 16,384 x 16,384。OpticStudio 要求采样是 2 的整数次幂; 例如 32,64,128,256 等。

如果没有足够的内存可用，则可以使用本地硬盘驱动器进行临时存储。如果选中“使用磁盘存储器来存储”(Use Disk Storage To Save Memory) 选项，OpticStudio 会将表面传输阵列（每个网格点 56 个字节）存储在磁盘的临时文件。虽然这节省了大量的 RAM，但分析速度要慢得多。通常，使用磁盘存储选项会使分析速度减慢 10 到 20 倍。如果计算机没有足

够的内存，它可能会自动将数据“分配”到硬盘。这将允许计算继续进行，但速度比有足够 RAM 计算的速度慢数百甚至数千倍。

32 位版本的 Windows 不允许 OpticStudio 分配超过 3.0 Gb 的 RAM，并且在很多情况下，实际限制要低得多，具体取决于计算机具有多少实际 RAM。这个限制是由 Windows 强制的，而不是 OpticStudio。OpticStudio 和 Windows 都可以使用 64 位版本，允许使用超过 3.0 Gb 的内存。对于复杂的 POP 计算，强烈建议使用 64 位 Windows 和 OpticStudio。

定义初始光束 (Defining the Initial Beam)

物理光学传播功能的设置允许用户对许多选项进行设置，包括定义初始光束，采样，表面范围和视场位置等所需的参数。

X 向和 Y 向采样确定了用于采样光束的点的数量。采样值越大，计算结果通常更精确，但需要更长的计算时间和更大的 RAM 要求。

X 和 Y 宽度以镜头单位为单位。宽度越大，光束非零强度部分周围的空白空间就越多。这个空间被称为“保护带 (Guard Band) ”，且在光束周围存在足够的空间是至关重要的。当光束引入像差时，这些空白空间为光束的扩展提供了空间。如果光束的某些部分太靠近阵列的边缘，它们会产生“混叠 (Alias) ”并反射回光束，从而降低计算结果的准确性。

初始光束可以是以下任何类型：高斯束腰，高斯发散角，高斯尺寸+发散角，像散高斯，平顶，文件，DLL 或多模。以下各节详细讨论每种光束类型。

光束可以在任何表面之前的光学空间中，沿任何指定视场位置的主光线传播。光束的起始位置也可以通过“表面到光束 (Surf To Beam) ”设置偏离起始表面的距离，改设置在物理光学传播 (Phyiscal Optics Propataion) 分析的常规设置选项卡中。然后光束继续传播至结束表面。

高斯束腰 (Gaussian Waist)

高斯束腰可以是任意阶的 被截断或是偏心的厄米-高斯 (Hermite-Gaussian) 光束，表达式如下：

$$E(x,y) = E_0 T(x,y) G_l\left[\frac{\sqrt{2}(x-dx)}{\omega_{0x}}\right] G_m\left[\frac{\sqrt{2}(y-dy)}{\omega_{0y}}\right], \text{ where}$$

$$G_i(u) = H_i(u)\exp\left(\frac{-u^2}{2}\right),$$

$H_i(u)$是阶次 i 的 Hermite 多项式函数。值得注意的时，在 x 和 y 方向是分别定义的。X 阶次由整数 l 定义，Y 的阶次由整数 m 定义。如果 l 和 m 都为零，则生成简单的“高斯” TEM (0,0) 光束。通过修改阶次值可以生成更高阶的模式。例如，l = 1 和 m = 2 时，则产生 TEM (1,2) 模式。关于厄米-高斯 (Hermite-Gaussian) 光束的详细叙述，可参见 Saleh, B. E. A 和 Teich, M. C. 的光子学基础 (Fundamentals of Photonics) John Wiley＆Sons，New York(1991)。如果将阶次设置高于 30，OpticStudio 将会将其设置为 0，用于防止过长的计算时间。

dx 和 dy 值用于设置光束偏心。透射函数 T (x，y) 可用于（可选）用有限大小的光阑对光束的截断。透射率函数定义如下：

$$T(x,y) = 1, \text{ if } \left(\frac{x-dx}{A_x}\right)^2 + \left(\frac{y-dy}{A_y}\right)^2 \le 1,$$

其他情况下：

$$T(x,y) = 0$$

Ax 和 Ay 是截断光阑的孔径大小值。如果 Ax 或 Ay 为零，则不使用光阑。在光阑边缘附近使用平滑函数来减少与像素有关的误差。平滑函数通过光阑内像素的面积来对像素振幅进行加权。光阑对接收模式光纤的建模非常有用，光阑通常比芯径大 15％。

在设置框中设置 E0 值，以获得峰值辐照度（单位面积上的光功率）或总光束功率。

用束腰来定义光束，随着光束从束腰往前传播，光束通常会发散，光斑尺寸也随之变大。请参阅下面的高斯发散角和高斯尺寸+发散角。

高斯角 (Gaussian Angle)

用高斯发散角定义的可选择偏心的基模 TEM (0,0) 光束，其束腰尺寸由在空气中测量的远场发散半角（以度为单位）决定。OpticStudio 根据发散角来计算束腰，公式如下：

$$\omega_0 = \frac{\lambda}{\pi \tan\theta}.$$

值得注意的时，角度是以度为单位的发散角半角，并且波长不由起始介质的折射率缩放。如果 x 和 y 向角度值不同，则会生成椭圆光束。光束定义在束腰位置。

高斯尺寸+发散角 (Gaussian Size+Angle)

高斯尺寸+发散角光束是通过光束尺寸（而不是束腰）和远场发散半角（以度为单位）来定义的可偏心 TEM (0,0) 模式的光束，其尺寸和角度均是指空气中测量的数值。OpticStudio 使用特定的光束大小和发散角来计算光束束腰，位置和相位，束腰的计算公式如下：

$$\omega_0 = \frac{\lambda}{\pi \tan\theta}.$$

值得注意的是，角度是以度为单位的发散半角，并且波长不会由起始介质的折射率缩放。如果产生的光束束腰大于光束尺寸（理论上是不可能的），束腰值将用于光束尺寸。然后使用以下公式来计算光束相对于束腰的 z 位置：

$$z = z_r \sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 - 1},$$

其中z_r是瑞利范围。如果光束的 x 和 y 方向值不同，则可能会生成一个具有环形相位的椭圆光束。

像散高斯 (Astigmatic Gaussian)

像散高斯光束由 X 向和 Y 向分别的光束束腰以及 X 向和 Y 向分别的束腰位置定义是可偏心的 TEM (0,0) 模式光束。光束束腰位置是从当前光束位置（从起始表面定义并且计算时考虑了任何非零的表面到光束值）到 X 和 Y 光束束腰的距离（如果束腰在当前光束位置的左边，则结果为负数）。

值得注意的时，像散高斯光束在功能上与上述的高斯尺寸+角度的光束定义时相同的。

像散高斯光束可简单地用于代替高斯尺寸+角度定义的光束，用于已知光束束腰和束腰位置的应用，而不是光束尺寸和远场发散角。

平顶光束 (Top Hat)

平顶光束定义可偏心的均匀振幅光束，定义式是：

$$E(x,y) = E_0 \text{ if } \left(\frac{x-dx}{w_x}\right)^2 + \left(\frac{y-dy}{w_y}\right)^2 \le 1 \text{ , and}$$

$$E(x,y) = 0 \text{ if } \left(\frac{x-dx}{w_x}\right)^2 + \left(\frac{y-dy}{w_y}\right)^2 > 1 \text{ ,}$$

其中设置框中 E_0 表示峰值辐照度(单位面积的光功率)或光束的总功率。

文件（定义初始光束）(File (defining the initial beam))

光束可以在以正确格式用户定义的文件列表中定义。列表的数值必须是二进制或文本格式并从磁盘读取。该文件必须以 ZBF 作为后缀 (Zemax Beam File) 。如果选择“保存输出光束到 (Save Output Beam To:) ”选项，则二进制格式与 OpticStudio 写出的格式相同。定义 Ex 和 Ey 的值使得例如 Ex * Ex + Ey * Ey 以瓦特为单位。如果单位标记提示光束的单位与当前镜头单位不同时，则光束在读入 OpticStudio 时会自动缩放到当前镜头单位。

所有 ZBF Beam 文件必须放置在<pop>文件夹中（有关详细信息，请在帮助文件中搜索“文件夹 (Folders) ”）。

OpticStudio 中的光束始终以所选视场和波长的主光线为中心。因此，光束文件中的数据应该相对于主光线进行定位，之后用于光束对准。光束文件中的中心点位于坐标 (nx / 2 + 1，ny / 2 + 1) 处。OpticStudio 要求 nx 和 ny 的值为 2 的整数幂; 例如 32，64，128，256 等。其最小采样为 32，而 32 位版本的 OpticStudio 的当前最大采样为 8192，64 位版本的 OpticStudio 为 16,384。光束耦合数据在读取光束时被忽略，且如果光纤耦合不在输出上计算，则数据将为零。值得注意的时，光纤总耦合效率是接收效率和系统效率相乘的结果。第一个数据点位于-x，-y 角处，首先沿着 X 列传播。光束输入时忽略瑞利距离，并由 OpticStudio 自动重新计算。存储在 ZBF 文件中的波长值根据光束当前所在介质的折射率缩放。

如果在系统管理器中定义的波长与 ZBF 文件中定义的值不同，则 ZBF 文件中的波长将被忽略，光束将以系统中指定的波长传播。在这种情况下，在物理光学传播设置的光束定义选项卡会显示警告信息。

Zemax 光束文件 (ZBF) 二进制格式 (Zemax Beam File (ZBF) Binary Format)

ZBF 二进制文件格式定义如下。所有整数都是 4 个字节，所有双精度都是 8 个字节。

1 整数：格式版本号，当前为 1。
1 整数：x 方向采样数 (nx) 。
1 整数：y 方向采样数 (ny) 。
1 整数：“是否偏振 (is polarized) ”标志，0 表示非偏振，1 表示偏振。
1 整数：单位。0 表示 mm，1 表示 cm，2 表示英寸，3 表示米。
4 整数：目前未使用，可是任何值。
1 双精度：采样点之间的 x 方向间距。
1 双精度：采样点之间的 y 方向间距。
1 双精度：x 方向相对于引导光束束腰的 z 向的位置。
1 双精度：x 方向引导光束束腰的瑞利距离。
1 双精度：x 方向引导光束束腰大小，单位为镜头单位。
1 双精度：y 方向相对于引导光束束腰的 z 向的位置。
1 双精度：y 方向引导光束束腰的瑞利距离。
1 双精度：y 方向引导光束束腰大小，单位为镜头单位。
1 双精度：当前介质下光束的波长，单位为镜头单位。
1 双精度：当前介质材料的折射率。
1 双精度：接收耦合效率。如果不计算光纤耦合则为零。
8 双精度：目前未使用，可是任何值。
2*nx*ny 双精度：Ex 值。
如果考虑偏振，则 2*nx*ny 双精度的 Ey 值紧随 Ex 值。

Zemax 光束文件 (ZBF) 文本格式 (Zemax Beam File (ZBF) text format)

ZBF 文本文件格式的定义如下。第一行必须是单个字符“A”，后面跟着指定的其他数据值。

A：表示一个文本文件。
版本(version)：格式版本号，当前为 1。
nx：x 方向采样数。
ny：y 方向采样数。
ispol：“是否偏振 (is polarized) ”标志，0 表示非偏振，1 表示偏振。
unit：单位。0 表示 mm，1 表示 cm，2 表示英寸，3 表示米。

未使用 1 (unused 1)：目前未使用，可是任何值。
未使用 2 (unused 2)：目前未使用，可是任何值。
未使用 3 (unused 3)：目前未使用，可是任何值。
未使用 4 (unused 4)：目前未使用，可是任何值。

dx：x 方向采样点之间的间距。
dy：y 方向采样点之间的间距。
zx：x 方向相对于引导光束束腰的 z 向的位置。
Rx：x 方向引导光束束腰的瑞利距离。
wx：x 方向引导光束束腰大小，单位为镜头单位。
zy：y 方向相对于引导光束束腰的 z 向的位置。
Ry：y 方向引导光束束腰的瑞利距离。
wy：y 方向引导光束束腰大小，单位为镜头单位。
lambda：当前介质下光束的波长，单位为镜头单位。
index：当前介质的材料的折射率。

re：接收耦合效率。如果不计算光纤耦合则为零。
se：系统耦合效率。如果不计算光纤耦合则为零。

未使用 1 (unused 1)：目前未使用，可是任何值。
未使用 2 (unused 2)：目前未使用，可是任何值。
未使用 3 (unused 3)：目前未使用，可是任何值。
未使用 4 (unused 4)：目前未使用，可是任何值。
未使用 5 (unused 5)：目前未使用，可是任何值。
未使用 6 (unused 6)：目前未使用，可是任何值。
未使用 7 (unused 7)：目前未使用，可是任何值。
未使用 8 (unused 8)：目前未使用，可是任何值。

点 1 的 Ex 实部值；
点 1 的 Ex 虚部值；
点 2 的 Ex 实部值；
点 2 的 Ex 虚部值；
……
点 2*nx*ny 的 Ex 实部值；
如果考虑偏振，则 2*nx*ny 双精度的 Ey 值紧随 Ex 值。

动态链接库 (DLL)

要使用外部程序定义光束，必须将用户定义的参数数据用来计算初始复电场的算法写入并编译为 Windows 动态链接库或 DLL 文件。OpticStudio 提供了带有源代码的示例 DLL 文件。研究现有的 DLL 是了解 DLL 如何用于定义光束振幅和相位的最佳方法。使用合适的编译器可以很容易地创建新的 DLL。

光束 DLL 参数 (Beam DLL Parameters)

每个 DLL 可以使用 0 到 8 个用户定义的数据值作为计算光束属性的参数。这些值由 DLL 定义并仅由 DLL 使用。当选择 DLL 作为光束类型时，可以在设置框中直接输入或编辑这些值。

创建新的光束 DLL (Creating a New Beam DLL)

DLL 必须包含两个函数：UserBeamDefinition 和 UserParamNames

使用 DLL 初始化光束时，OpticStudio 将源参数、波长和其他数据传递给 UserBeamDefinition 函数。UserBeamDefinition 函数则需要计算电场值。这些值返回到 OpticStudio 并用于生成光束阵列。DLL 还返回引导光束的值，包括在 x 和 y 方向上的束腰尺寸、位置和瑞利距离。如果所有这些引导光束的值都是零，OpticStudio 会根据电场数据自动拟合引导光束参数。

UserParamNames 函数用来定义所有使用的参数名称。这些名称出现在“设置”对话框上。

学习使用光束 DLL 的最好方法就是模仿和学习现有的 DLL。OpticStudio DLL 示例中提供了包括广泛的文档和数据格式的注释，请参见示例源代码文件中的任何示例。

所有光束 DLL 文件必须放置在<program>\DLL\PhysicalOptics 文件夹下。

多模光束 (Multimode)

多模光束由任意数量的其他光束组成。这些光束可以相干也可非相干叠加，存在多个选项可供用于尺度缩放、随机并以及改变光束各自的相位。多模光束在用户定义的文本文件中定义。该文件得扩展名必须以 ZMM 为后缀 (Zemax Multi Mode) 。

所有 ZMM 文件必须放置在<pop>文件夹下（详情搜索帮助文件的“文件夹 (Folders) ”）。

ZMM 文件使用简单命令语法定义多模光束。“主”光束 (“master” beam) 最初在整个光束上设置为零幅度。单个分量的光束按照 ZMM 文件中定义的顺序生成。然后，将 ZMM 文件中定义的每个光束与主光束进行相干或非相干叠加。叠加后的模式，相干或者非相干，由 COHERENT 和 INCOHERENT 命令控制。默认求和模式是 COHERENT。下面介绍所有可用的 ZMM 命令。

注释 (!,Comment)

任何数据在“！”符号之后会被忽略。注释行可以通过以“!”为行首来使用。“!” 符号使得空行也可以被忽略。

相干 (COHERENT)

将光束叠加模式设置为相干。语法是：

COHERENT

通过对两个光束的实部和虚部进行逐点叠加来计算任意两个光束的相干和。计算生成的光束的相位取决于各分量的矢量和。除非使用了 INCOHERENT 命令，否则所有后续光束叠加都是相干的。

另见 INCOHERENT。值得注意的时，默认的叠加模式是 COHERENT。

DLL

DLL 命令根据用户定义的 DLL 文件定义一个光束，然后将其与总光束相加。语法是：

DLL weight DLL_NAME param1 param2 param3 ...

请注意，数据值由空格隔开。与同一 ZMM 文件中的其他光束相比，权重值定义该光束的无量纲相对功率。DLL_NAME 是 DLL 文件的名称（不包含扩展名）。DLL 文件必须放置在正确的文件夹中，详情请参阅“DLL”。其他值完全按照 DLL 参数定义。不支持参数的缩放，因为不能预先知道 DLL 参数的维度和用途。

GW

GW 命令定义一个高斯束腰光束，然后将其叠加到总的光束上。语法是：

GW weight waistx waisty decenterx decentery aperturex aperturey orderx ordery

请注意，数据值由空格隔开。与同一 ZMM 文件中的其他光束相比，权重值定义该光束的无量纲相对功率。权重值可能为负值，详细信息请参阅帮助文件中的“使用随机值 (Using random values) ”。其他值与高斯束腰的定义完全相同，请在帮助文件中搜索“高斯束腰 (Gaussian Waist) ”以获取相应描述。垂轴数据值（例如束腰和孔径大小）可以由 POP 光束定义 (Beam Definition) 选项卡内缩放。相关详细信息，请搜索“使用缩放因子 (Using the scale factor) ”的帮助文件。

非相干 (INCOHERENT)

将光束叠加模式设置为非相干 (INCOHERENT) 。 语法是：

INCOHERENT

通过对两个光束的逐点强度进行叠加来计算得到任意两个光束的非相干和，取平方根来确定振幅，并将组合光束的实部设置为该振幅，虚部设置为零。所有的相位信息，包括光束中的像差信息，在执行非相干叠加时都会丢失。因此使用此命令时应注意。除非使用了 COHERENT 命令，否则所有后续光束总和都是非相干的。

另见 COHERENT。值得注意的时，默认的叠加模式是 COHERENT。

相位 (PHASE)

PHASE 命令将任何后续定义的光束都乘以由所定义的相位角确定的复因子。语法是：

PHASE angle
or
PHASE RANDOM

角度以度为单位，可以是任何值。如果角度设置的关键字是 RANDOM，则相位在-180 和 180 度之间随机选择。请注意，生成的随机角度取决于所使用的随机种子值，请在帮助文件中查找“使用随机值 (Using random values) ”以了解详细信息。所有随后定义的光束在被添加到主光束之前都乘以得到的复因子。

平顶光束 (TH)

TH 命令定义了一个平顶光束 (Top Hat) 。语法是：

TH weight waistx waisty decenterx decentery

请注意，数据值由空格隔开。与同一 ZMM 文件中的其他光束相比，权重值定义该光束的无量纲相对功率。权重值可能为负数，相关详细信息请在帮助文件中搜索“使用随机值 (Using random values) ”。其他值与平顶光束的定义完全相同，可在帮助文件中搜索“平顶光束 (Top Hat) ”。垂轴数据值（例如束腰和孔径大小）可以由 POP 光束定义 (Beam Definition) 选项卡内缩放。有关详细信息，请搜索“使用缩放因子 (Using the scale factor) ”的帮助文件。

使用随机值 (Using Random Values)

某些光束命令使用的权重值可能是负值，这意味着将为光束分配一个随机的权重。随机权重将在 0.0 到该值绝对值之间。例如，如果权重是-2.0，随机值将从 0.0 到 2.0 之间随机选择。

PHASE RANDOM 命令使用随机数发生器来计算随机相位。

在给定相同的初始“种子”值 ("seed" value) 的情况下，所使用的随机值将始终相同。随机数发生器的种子值可用户自定义获得，并且是多模光束类型的参数 1。使用不同的种子值生成不同的、随机的，但可重复的光束。

使用缩放因子 (Using the Scale Factor)

能够在不改变 ZMM 文件中定义的基础数据的情况下，方便地对光束进行缩放。多模光束类型的参数 2 与 POP 光束设置选项卡上定义是一样的，称为“比例”(“scale”)。 该值如

果不是零，将用于缩放文件中所有光束的截面数据。

表面特定设置 (Surface Specific Settings)

OpticStudio 每个表面都支持与物理光学传播相关的这些设置。

用几何光线传播到下一表面 (Use Rays To Propagate To Next Surface)
不用几何光线数据缩放光束尺寸 (Do Not Rescale Beam Size Using Ray Data)
采用角谱算法 (Use Angular Spectrum Propagator)
在实体图上显示光束文件 (Draw Beamfile On shaded model)
重新计算Pilot Beam参数 (Re-Compute Pilot Beam Parameters)
采用X轴参考 (Use X-axis Reference)
折射后重新采样 (Resample After Refraction)
自动重新采样 (Auto Resample)
输出 Pilot Beam 半径 (Output Pilot Radiu)

有关这些设置的更多信息，请参阅镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) 中“表面属性 (Surface Properties) ”的“物理光学 (Physical Optics) ”部分。

使用光线进行传播时的注意事项 (Considerations When Using Rays to Propagate)

当使用“用几何光线传播到下一个表面 (Use Rays To Propagate To Next Surface) ”时，POP 算法必须首先将波前转换为一组代表光束的光线，然后利用光纤追迹后续所有打开此选项的表面。一旦到达没有打开此选项的表面，光线必须转换回光束。如果光线在该表面位置聚焦，则光线不能准确地进行转换回光束，因为这些光线不足以代表焦点附近的衍射光束。

解决方案是使用一个额外的表面（通常是虚拟面）来传播距离焦点一定距离的光线（至少一个瑞利距离），然后在传播至虚拟面结束使用“用几何光线 (Use Rays) ”选项。以此可以准确地将光线转换为波前，使得光束传播可以继续进行，即使虚拟传播到焦点时，这样的操作也是必要的。

计算光纤耦合 (Computing Fiber Coupling)

物理光学传播算法可以用于计算光纤耦合效率。OpticStudio 同时支持基于光线的耦合计算方法，详细信息请参阅帮助文件“光纤耦合效率 (Fiber Coupling Efficiency) ”章节。

光纤耦合接收效率被定义为光纤和光束复振幅之间的归一化重叠积分：

$$T = \frac{\left|\iint F_r(x,y)W'(x,y)dxdy\right|^2}{\iint F_r(x,y)F_r'(x,y)dxdy\iint W(x,y)W'(x,y)dxdy},$$

其中 Fr (x，y) 是描述接收光纤复振幅的函数，W (x，y) 是描述耦合到光纤中光束复振幅的函数，'符号表示复共轭。请注意，这些函数都是复数值，所以这是一个相干的重叠积分。当光束模式与光纤模式所有点的振幅和相位完全匹配时，能实现最大耦合效率 (T = 1.0) 。模式形状或相位的任何偏差都会使 T 的值降至 1.0 以下。光学像差通常会引起相位偏差，从而降低耦合效率。

额外的系统耦合效率损失可能由于孔径使得系统存在渐晕造成，或由于空气-玻璃边界反射造成的损失及体吸收等因素造成能量损失。这些损失会降低系统效率。光纤的总耦合效率是系统效率与接收效率的乘积。

积分计算的位置 (Where the Integral is Computed)

上述定义的光纤耦合接收效率的积分是有效的，并且可以在光学系统中的任何位置计算：包括在光纤的位置、光纤附近或者远离光纤的某个位置。关键的要求是光纤模式的函数在计算积分的点处描述光纤的模式，它始终是终止面 (end surface) （分析选项在分析选项卡(Analyze Tab) 下的“物理光学 (Physical Optics) ”部分可以找到，包括终止面和光纤模式的定义）。如果终止面代表接收光纤位置处的光束，则光纤模式参数必须与接收光纤处的模式相对应。如果终止面距离光纤 10 mm，则必须选择距光纤 10mm 以外的光纤模式作为光纤模式参数。

定义光纤模式 (Defining the Fiber Mode)

光纤模式可以是高斯或平顶函数，也可以由 DLL 或数据文件来定义。这允许描述非常常见或是任意的光纤模式，包括多模、存在像差或任意振幅和相位的光纤。光纤模式可以使用与定义初始光束所相同的选项来定义。相关详细信息，请搜索帮助文件中的“定义初始光束 (Defining the initial beam) ”。

如果光束是非偏振的，则光纤模式也不是偏振的，并且只有光纤模式 X 方向的电场向量 E 用于重叠积分。如果光束是偏振的，那么光纤模式可以是偏振的也可以是非偏振的。如果在光纤数据

(Fiber Data) 选项卡上设置“忽略偏振 (Ignore Polarization) ”（详细信息可在帮助文件中搜索分析选项卡下激光与光纤部分的“光纤数据选项卡 (Fiber Data Tab) ”），则光纤模式为非偏振的，X 方向的电场分量 E 用于计算偏振光束中 X 方向场和 Y 方向场的耦合效率。如果“忽略偏振”未被选中，则 X 和 Y 方向的耦合效率计算是独立完成的，然后组合以产生整体耦合效率。

偏心和倾斜 (Decenters and Tilts)

偏心和倾斜参数对确定偏心/倾斜光纤的光纤耦合效率来说是非常有用的。

X/Y 偏心值以镜头单位为单位，可以在物理光学传播 (Physical Optics Propagation) 设置框的光纤数据 (Fiber Data) 选项卡上定义。这些值使得光纤模式偏心。偏心值将在终止面处使列阵的光纤模式中心偏离。出于这个原因，偏心值应该足够小，使得大部分模式的能量在终止面的列阵宽度/高度内。

倾斜值以度为单位。光纤的倾斜相当于向光纤模式添加线性相位偏移。相位偏移与光纤倾斜和模式宽度/高度成正比。

值得注意的是，如果终止面位于接收光纤位置（通常为近焦点），则光纤的倾斜会引起相位倾斜。如果终止面远离光纤，则光纤的倾斜会引起该模式的偏心。因此，必须非常仔细设置倾斜和偏心;谨在对相对于光纤位置计算重叠积分（在终止面）有一定程度了解后使用倾斜/偏心值。

选择接收光纤的位置 (Choosing the Location for the Receiving Fiber)

接收光纤模式可以以入射光束主光线或者终止面顶点为中心。在后一种情况下，光纤模式的偏心量等于入射主光线在端面上的 x 和 y 坐标，并且光纤倾斜以与局部 Z 轴对齐而不是与主光线对齐。

光束定量分析 (Quantitative Beam Analysis)

有许多不同的方法来分析光束。OpticStudio 可以计算总功率、峰值辐照度、圈入能量、质心位置、光束宽度、M^2 因子和各种均方根 (RMS) 值。由于需要计算大量的数据，因此某些数据值只能通过 POPD 优化操作数获得。有关详细信息，请搜索“POPD”的帮助文件。以下章节中的表达式仅为 x 方向，但 y 方向也有类似的表达式。

光束坐标和引导光束的属性 (Beam Coordinates and Pilot Beam Properties)

大多数显示在 POP 功能输出窗口中的基本光束数据，也可从 POPD 操作数中获得。

峰值辐照度和总功率 (Peak Irradiance and Total Power)

峰值辐照度是光束中任意点的单位面积的最大功率。辐照度的单位是光源单位每镜头单位的平方。有关详细信息，请在“系统选项 (System Explorer) ”中“设置 (Settings) ”选项卡的帮助文件中搜索“单位 (Units) ”。总功率是对整个光束辐照度的积分。

质心位置 (Centroid Locations)

光束的质心由下式给出：

$$c_x = \frac{\int x\, I(x,y)\,dx\,dy}{\int I(x,y)\,dx\,dy},$$

其中 I (x，y) 是光束的辐照度。

光束宽度和 M^2 (Beam Width and M-Squared)

以下用于定义光束宽度和 M 平方的方法和理论基础来自 A.E.Siegman，并且适用于所有光束，无论高斯或非高斯、相干或不相干。
任意光束的二阶矩被定义为：

$$\sigma^2{}_x = \frac{\int (x - c_x)^2\, I(x,y)\,dx\,dy}{\int I(x,y)\,dx\,dy},$$

其中 c_x 是前面定义的质心坐标。光束宽度（这里定义为在 1 / e^2 强度处的光束半径）则是 $W_x = 2\sigma_x$，或者是二阶矩的两倍。
在主轴方向上的光束宽度由下式给出：

$$\overline{W}_x = \sqrt{2}\left\{(\sigma_x^2+\sigma_y^2)+\gamma\left[(\sigma_x^2-\sigma_y^2)^2+4(\sigma_{xy}^2)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\overline{W}_y = \sqrt{2}\left\{(\sigma_x^2+\sigma_y^2)-\gamma\left[(\sigma_x^2-\sigma_y^2)^2+4(\sigma_{xy}^2)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}^{\frac{1}{2}}$$

其中

$$\gamma = \mathrm{sgn}(\sigma_x^2-\sigma_y^2) = \frac{\sigma_x^2-\sigma_y^2}{|\sigma_x^2-\sigma_y^2|}$$

值得注意的是，光束宽度将随着光束传播而改变，因此有相对于束腰尺寸的光束 z 坐标的函数。光束尺寸的最小值是 Wx (0) 。 其他位置的光束宽度由下式给出

$$W_x^2(z) = W_x^2(0) + M_x^4\left(\frac{\lambda z}{\pi W_x(0)}\right)^2,$$

其中 Mx 是光束的参数特征。M 平方因子定义表达式如下：

$$M_x^2 \cong \left(\frac{\pi}{\lambda z}\right) W_x(0)\, W_x(z)\text{, for } z \to \infty .$$

波前差和 RMS 光束偏差(Wavefront Error and RMS Beam Deviations)

通过适当设置 POPD 操作数，可以计算任意光束辐照度或相位变化的平均值、RMS 或峰谷值 (PTV) 。

圈入能量（定量光束分析）(Encircled Energy (quantitative beam analysis))

圈入能量是指中心参考主光线、光束质心或表面顶点，包含在指定半径 r 的圆中的总能量或能量的分数。按照定义，该分数总是在 0 和 1 之间：

$$f = \frac{\int_{o}^{r} I(r)dr}{\int_{o}^{\infty} I(r)dr}.$$

圈入能量的变化可计算特定能量分数时的径向坐标。

Wigner 分布的二阶矩(Second Order Moments of the Wigner Distribution)

通过使用光束空间和角向的 Wigner 分布函数二阶矩，可以描述在近轴光学系统中任何像散光束的传播[1]：

$F(x, y, \theta x, \theta y)$

让我们介绍垂轴矢量的符号

$r = x_1\boldsymbol{e}_x + x_2\boldsymbol{e}_y$ ，光线方向矢量为 $\Theta = v_1\boldsymbol{e}_x + v_2\boldsymbol{e}_y$

正交单位矢量 ex，ey 点沿着 x 和 y 方向，光束传播沿着 z 轴。光线方向矢量 Θ 被定义为近轴光束传播矢量k_t的角向垂轴投影，即$k_t = \mathrm{k}\,\Theta$ 。

在任何垂轴位置 z 处，空间、角向或混合的二阶矩可以表示为[2]：

$$\langle \chi_v^k \chi_u^q \vartheta_v^m \vartheta_u^n \rangle = \frac{1}{P}\iint_{-\infty}^{\infty} (\chi_v - \langle \chi_v \rangle)^k (\chi_u - \langle \chi_u \rangle)^q (\vartheta_v - \langle \vartheta_v \rangle)^m (\vartheta_u - \langle \vartheta_u \rangle)^n F(\mathbf{r}, \boldsymbol{\Theta}) d\chi_1 d\chi_2 d\vartheta_1 d\vartheta_2$$

这里指数 (v,u = 1,2) 和 k、q、m 和 n 是正整数，使得 k + q + m + n = 2。

微分定义为：

$d\chi_1 d\chi_2 = dxdy$ 和 $d\vartheta_1 d\vartheta_2 = d\theta_x d\theta_y$

在任何给定位置 z 处的 POP 复振幅函数 **E** (r; z) 足以计算 Wigner 分布函数的所有矩[4]。

光束的光功率被认为是 Wigner 分布函数的零阶矩。这也是所有高阶矩的归一化因素。在 OpticStudio 中，给定位置 z 处的功率可利用 POP 复振幅函数 **E** (r; z) 计算：

$$P = \iint_{-\infty}^{\infty} |\mathbf{E}(\mathbf{r}; z)|^2 \, d\chi_1 d\chi_2$$

空间和角向的一阶矩（质心）如下式 (v,u = 1,2) ：

$$\langle \chi_v \rangle = \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} \chi_v |\mathbf{E}(\mathbf{r}; z)|^2 d\chi_1 d\chi_2$$

$$\langle \vartheta_v \rangle = \frac{-i\lambda}{2P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left(E_v \frac{\partial E_v^*(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} - E_v^* \frac{\partial E_v(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} \right) d\chi_1 d\chi_2$$

这里 λ 是波长，复振幅函数是：

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}: z) = E_1(\boldsymbol{r}: z)\boldsymbol{e}_x + E_2(\boldsymbol{r}: z)e_y$$

空间二阶矩使用公式[2]计算：

$$\langle \chi_v^2 \rangle = \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} (\chi_v - \langle \chi_v \rangle)^2 |\mathbf{E}(\mathbf{r}; z)|^2 d\chi_1 d\chi_2$$

$$\langle \chi_v \chi_v \rangle = \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} (\chi_v - \langle \chi_v \rangle)(\chi_v - \langle \chi_v \rangle) |\mathbf{E}(\mathbf{r}; z)|^2 d\chi_1 d\chi_2$$

角向二阶矩使用公式[3]计算：

$$\langle \vartheta_v^2 \rangle = \left(\frac{\lambda}{2\pi} \right)^2 \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left| \frac{\partial E_v(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} \right|^2 d\chi_1 d\chi_2 - \langle \vartheta_v \rangle^2$$

$$\langle \vartheta_v \vartheta_v \rangle = \left(\frac{\lambda}{2\pi} \right)^2 \frac{1}{2P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{\partial E_v(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} \frac{\partial E_v^*(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} + \frac{\partial E_v(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} \frac{\partial E_v^*(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} \right) d\chi_1 d\chi_2 - \langle \vartheta_v \rangle \langle \vartheta_v \rangle$$

空间和角向的二阶矩混合计算式如下（ν，υ = 1,2）[4]：

$$\langle \chi_v \vartheta_v \rangle = \frac{-i\lambda}{2P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left(E_v \frac{\partial E_v^*(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} - E_v^* \frac{\partial E_v(\mathbf{r}; z)}{\partial \chi_v} \right) \chi_v d\chi_1 d\chi_2 - \langle \chi_v \rangle \langle \vartheta_v \rangle$$

请注意，POPD 的返回值实际上为二阶矩的平方根。

这些可以通过 POPD 操作数的数据 27、28 和 29 以及辅助参数 Xtr1 结合实现。

	"Xtr1" parameter			
Data	**0**	**1**	**2**	**3**
27	$\langle x^2 \rangle$	$\langle \theta_x^2 \rangle$	$\langle x\theta_x \rangle$	$\langle x\theta_y \rangle$
28	$\langle y^2 \rangle$	$\langle \theta_y^2 \rangle$	$\langle y\theta_y \rangle$	$\langle y\theta_x \rangle$
29	$\langle xy \rangle$	$\langle \theta_x\theta_y \rangle$		

参考资料：

1. G. Nemes, A. E. Siegman, "Measurement of all ten second-order moments of an astigmatic

beam by the use of rotating simple astigmatic (anamorphic) optics," JOSA A, Vol. 11, p. 2257-2264 (1994).

2. ISO 11146-3, Lasers and laser-related equipment – Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios – Part 3: Intrinsic and geometrical laser beam classification, propagation and details of test methods (2005).

3. A. E. Siegman, "Defining the effective radius of curvature for a nonideal optical beam," IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 27, p.1146-1148 (1991).

4. C. J. R. Sheppard, K.G. Larkin, "Focal shift, optical transfer function, and phase-space representations", JOSA, Vol. 17, p. 772-779, (2000).

使用建议 (Suggestions for Use)

该功能经常需要对取样、宽度和表面特定设置进行一些试验（见上文），以便获得良好、准确的结果。请记住以下使用建议：

为初始光束定义适当的宽度。最佳初始宽度几乎总是通过宽度控件旁边的"自动 (Auto) "按钮计算并使用的，并强烈建议使用此控件。请注意，如果宽度太大，那么光束横截面上没有足够的点来产生足够的采样；如果宽度太小，会发生混叠 (Aliasing) 。如果光束束腰比任何表面（包括初始光束）处的波长小，POP 结果可能不准确，请参阅"算法假设 (Algorithm Assumptions) "。

始终通过将分析窗口中的终止面 (End Surface) 设置为起始面 (Start Surface) 序号来检查初始光束，并观察光束尺寸是否与所选阵列宽度相符。

使用足够的采样。当保护光束 (Guard Beam) 的尺寸相对于光束的非零幅度部分增大时，具有非零数据的点的数量将减少。可能需要增加采样以确保有足够的点对光束进行采样。
如果系统中有圆柱形或环形光学元件，或者光束本身是像散的或变形的，请使用光束定义选项卡上的"单独 X，Y (Separate X, Y) "。X 向和 Y 向分开传播极大地减少了精确采样所需的采样数，因为其使用了参考双球面而不是参考球体，并且双球面能够更有效地拟合变形的光束。

如果结果看起来难以置信，那么通过光学系统一次传播一个表面来调试传播过程，并分析结果的可信度。通常这个过程中会突出显示算法计算失败的表面。通常情况下，某些表面

（如梯度折射率光学元件或高度倾斜的表面）最好通过光线追踪来处理。对于这些表面，请选择“用几何光线传播到下一个表面 (Use Rays To Propagate To Next Surface) ”选项。想象一下波长为 1.0 微米（0.001 毫米），阵列宽度为 64 毫米，采样点为 64×64 点的大直径光束，点之间间隔是 1.0 毫米。现在想象光束通过焦距为 100.0 mm 的准直透镜。焦点附近的采样间隔由下式给出：

$$\Delta x_2 = \frac{\lambda |z_2|}{n_x \Delta x_1},$$

这产生了 0.0015625 的新采样间隔和 0.1mm 的总宽度。为了在保持阵列宽度不变的情况下减小焦平面中的样本间距，必须增加$n_x \Delta x_1$的乘积。由于采样间隔是阵列宽度除以点数，因此点数和初始阵列宽度都必须加倍。如果像差非常大以致光束尺寸在焦平面上的阵列宽度的一个数量级以上，则阵列宽度必须增加。 请注意，焦平面中的阵列宽度由下式给出：

$$n_x \Delta x_2 = \frac{\lambda |z_2|}{\Delta x_1}.$$

增加阵列宽度可以通过增加点数来完成，同时保持初始阵列宽度不变。

值得注意的是，可以在任何表面手动调整光束采样和宽度。

有关在任何表面调整光束大小的信息，请参阅“表面特定设置 (Surface specific settings) 。

算法假设 (Algorithm Assumptions)

在用于物理光学建模的模型和算法中有很多数值近似。在某些情况下，其中一些假设会限制结果的准确性。主要假设如下：

角谱和菲涅尔衍射传播算法都是在光束“不太快”的情况下开发的。如果光束的 F/＃太低，两种理论都不能准确预测正确的衍射结果。随着传播同过瑞利距离边界，传播算法理论中的误差将表现为数据的不连续性，准确度的损失无法精确量化（如果 OpticStudio 可以精确量化误差，那么我们可以将其加以校正，以获得更精确的理论）。如果高斯引导光束束腰变得小于波长，OpticStudio 将在传播报告中提示警告。一般来说，这是一个很好的规范，可以用来限制 POP 的准确性。与波长相比束腰较小的高斯光束（例如光纤）基本上可以看作是辐射到球体中的点光源。对于这种情况，光线模型是完全可以接受的。换句话说，不要将 POP 用于快速光束系统（小 F 数系统）！基于光线和基于 POP 的计算结果之间的巨大差异表现在非常慢（大 F 数系统）的衍射光束中，而不是快速光束，所以在

OpticStudio 中使用基于光线的计算方法可以对快速光束进行建模。具体而言，在光束快而衍射效应不明显的系统中，使用基于光线的光纤耦合算法而不是 POP 来获得快速、准确的结果，这适用于几乎所有光纤耦合系统。

标量衍射理论应用。忽略了电场的矢量的性质。对于非常快的光束，标量衍射理论无效，应谨慎使用结果。请注意，除了对近焦点处快速光束的传播以外，通常几何光线追迹都适用。尽管标量衍射理论的准确性没有确切的界限，但对于比 F/1 更快的光束，用标量理论建模准确度就不高了。正如前面的段落所解释的，这个限制是另一个不使用 POP 来分析快速光束的原因。

忽略表面结构的衍射效应。光栅、二元光学元件和钻石切削表面(diamond turned surfaces)具有复杂的微观表面结构，可显著影响局部电场，这可能影响或不影响光束的传播。请注意，单纯的光线追迹也忽略了表面结构，但已被证明非常有用并且能准确对这些元件进行建模分析。由光线追迹可充分建模的任何表面，使用物理光学传播也有很好的效果，因为光线追迹可用于计算在表面处的传递函数。

POP 算法通常将电场分成两个局部正交的光束，用于参考电场相位的引导光束属性也沿这两个正交方向进行计算。如果光束入射到光学表面上，并且入射平面不与这些方向的投影对准，并且具有衍射光焦度 (Diffractive Power) 的光学表面也不与这些投影方向对准的话，则 POP 算法不能准确预测衍射之后的电场，预测的光束看起来会有轻微的旋转。这种误差通常只有在光束入射极大倾斜的衍射光栅上，光栅衍射弯曲光束明显时才可以观察到（即衍射级数为 0，将描述与所知衍射级数明显不同的光路）。这些类型的系统通过传统的光线追迹能够很好地模拟。如果光束旋转明显，则不应该使用 POP 算法分析。

进行偏振光束分析时，光束输入和光纤模式（如果有的话）应该包含偏振电场数据。对于非偏振或随机偏振的输入光束，OpticStudio 传播并计算两个正交偏振光束的平均值。类似地，如果要进行偏振光束分析，并且使用 ZBF 文件或 DLL 来定义输入光束或光纤模式，但文件中或 DLL 中不包含偏振数据，则 OpticStudio 将通过非偏振数据创建偏振光束。所使用的方法是设定振幅和相位相等的两个正交的偏振电场，归一化并保持光束的总功率不变。此举允许系统进行偏振光束分析，包括光束经过膜层、界面和体介质 (Bulk Media) 时的情况。

示例 (Samples)

OpticStudio 中，许多示例文件展示了一些正确使用物理光学功能建模的应用。这些文件位于<data>\Samples\Physical Optics folder。这些文件描述也列在下方。由于物理光学传播所

涉及的计算量大，其中一些文件需要花费一些时间来计算和显示结果。

自由空间传播 (Free Space Propagation)

示例文件"Basic Propagation"举例说明了光束在自由空间中传播的情况。在表面 1 上光束的束腰半径是 0.1mm。波长为π微米，瑞利范围为 10 毫米。1 个瑞利范围的位置处，光束尺寸以√2 为系数扩大，而峰值照度下降到 0.5。在 2 个瑞利范围的距离处，峰值辐照度下降到 0.2。在 3 个瑞利范围内，辐照度降低到 0.1。
值得注意的是，在 Opticstudio 中厚度可以为负值，所以光束实际上可能会虚拟向后传播。选择 LDE 中的任何表面作为终止面，将显示该面上的光束强度。注意沿着轴的光束相位具有正确的 Gouy 偏移。

针孔孔径 (A Pinhole Aperture)

示例文件"Pinhole Aperture"举例说明了空间滤波器。第一个透镜形成一个像差图像，可以通过选择终止面为表面 5 来观察该图像。表面 6 具有小孔光阑，其仅允许光束的中心部分通过。第二个镜头可以将光束准直。在表面 10 上可以看到空间滤波的光束。以下事项需要注意：
到达端面 10 的总能量下降到 0.12w。针孔越小，到达端面的总能量越低。由于针孔的孔径会改变光束的属性，因此必须重新计算导航光束参数。注意在表面 6 上设置了（孔径）这个选项。

透镜阵列 (A Lens Array)

示例文件“Lenslet Array”使用用户自定义表面 DLL 文件“US_ARRAY.DLL”创建一个 7 x 7 矩形透镜阵列。焦距为 100.0 毫米，向导光束束腰将聚焦为 10 微米。然而，透镜阵列形成多个焦点，要查看所有的汇聚光斑，需要高采样，以便可以看到所有汇聚光斑都没有混叠 (Aliasing) 。注意，可观察到光束强度降低并有明显向外扩展的像差。由于微透镜是矩形孔径，因此也可以在衍射图像点列中看到矩形结构。

Talbot 成像 (Talbot Imaging)

Talbot Imaging 是指光束传播时物体形成了自身图像的性质。随着光束传播，物体在相位

和幅度调制中都被还原出来。示例文件“Talbot Imaging”的表面 1 上有用户定义孔径，其由 20 个矩形狭缝组成，类似光栅。传播 20 毫米时，展示了光栅的相位反转后 Talbot 图像。再传播 20 毫米时，展示了光栅的恢复图像。由于光栅的尺寸有限，图像并不完美。值得注意的是，光栅中心附近的区域具有良好的图像效果。

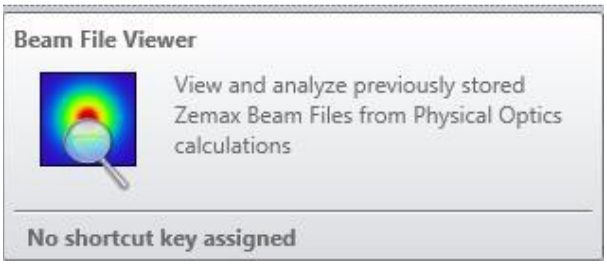
菲涅尔透镜 (Fresnel Lens)

示例文件"Fresnel Zone Plate Lens"举例说明了由同心环组成的孔径的聚焦能力。选择环的间隔以阻挡来自每个其他菲涅尔区域的光束，使得在 200.0 mm 的距离处，从所有区衍射的光重构在一起并发生干涉。重构后的干涉图样在轴上产生明亮的聚焦点。然而，几何光线追迹不能仿真这样的效果。该文件还说明了菲涅尔波带片和焦点之间几个平面的光束强度，并注意由波带片边缘干涉引起的同心波纹。

由于 OpticStudio 没有多区域孔径光阑，通过在几个表面中的每一个表面上放置一个环形遮光环来创建波带片，并使得所有表面位于同一位置。“用几何光线传播到下一个表面 (Use Rays To Propagate To Next Surface) ”选项，可用于加速光束通过所有表面的计算。

[光束文件查看器] (Beam File Viewer)





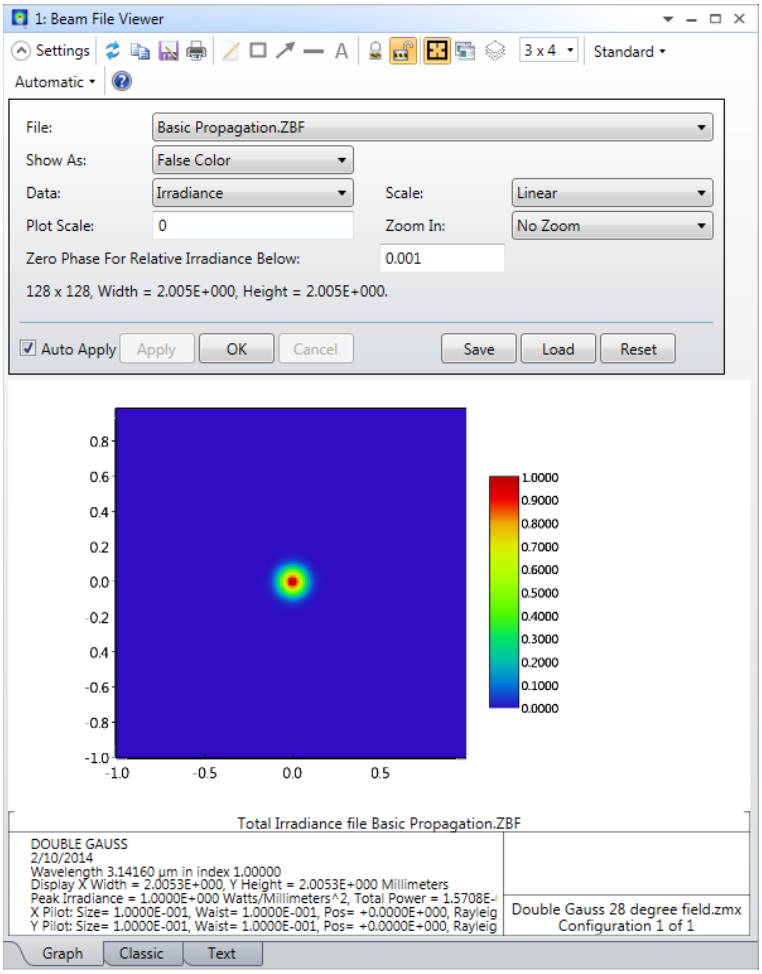
这个功能只有在 OpticStudio 的专业版和旗舰版中可用。

此功能可以查看和分析之前存储的 Zemax 光束文件（ZBF）。

这些文件可以是用户定义的，也可以是由物理光学传播分析生成的。

另请参阅“关于物理光学传播”部分。

有关 ZBF 文件格式的信息，请参阅“Zemax 光束文件（ZBF）二进制格式”。



可用设置为物理光学传播提供的设置的一部分。

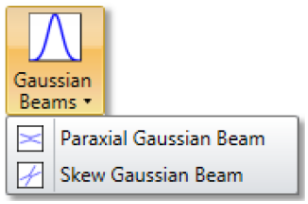
为快速浏览仅按表面编号区别的一系列文件，请使用左右光标键。

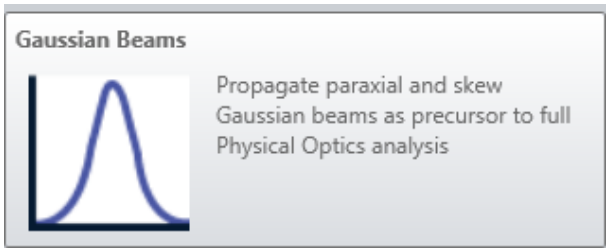
说明 使用此功能的主要优势是，光束一旦经过光学系统后进行传播，可以使用上述物理光学传播功能，然后对光束文件进行分析和查看，不需要重新传播光束。每个表面的光束文件可以通过选择物理光学传播功能设置中的“保存所有面的光束”来生成。

请参阅“光束投影说明”部分。

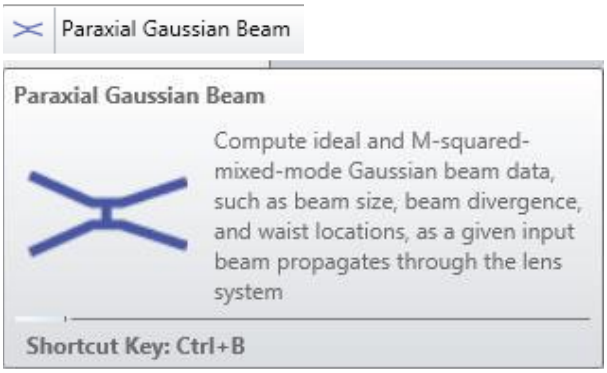
ZBF 文件保存在<pop>文件夹下（参阅“文件夹”）。

[高斯光束] (Gaussian Beam)

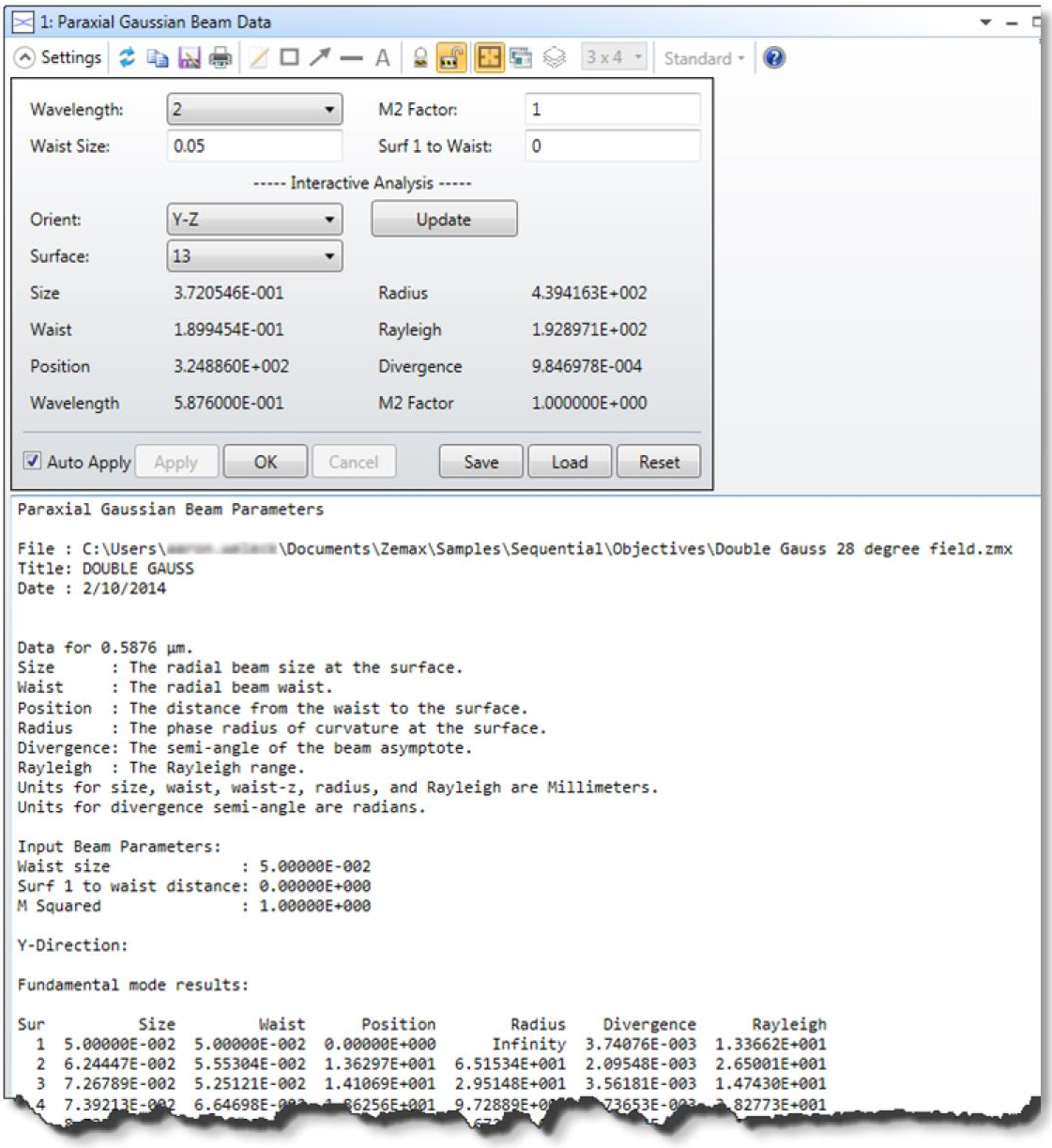




[近轴高斯光束] (Paraxial Gaussian Beam)



计算近轴高斯光束参数。近轴高斯光束仅限于旋转对称系统的轴向分析。另请参阅“倾斜高斯光束”和“物理光学传播”。



[波长] (Wavelength) 计算中使用的波长序号。

[M2 因子] (M2 Factor) M 平方质量因子，用于模拟混合模式，详见说明。

[束腰尺寸] (Waist Size) 用镜头单位表示的物空间中的嵌入（完美 TEM00 模式）光束束腰径向尺寸。

[表面 1 到束腰] (Surface 1 to waist) 从表面 1（不是物面）到束腰位置的距离。当束腰在表面 1 左边时，这一参数为负。

[更新] (Update) 参见下文。

[方向] (Orient) 参见下文。

[表面] (Surface) 参见下文。

说明

当给定的入射光束传播通过透镜系统时，本功能可计算出理想的和含有 M2 混合模式的高斯光束数据，例如光束尺寸，发散角和束腰位置。

请注意，位置数据报告了相对于高斯光束束腰的表面位置，因此负数值表明光束束腰位置位于所考虑表面的右边。

本说明并不是关于激光光束传播理论的一个完整教程。

有关高斯光束传播的更多信息，请参阅以下参考之一：A. E. Siegman 编写的“Lasers（激光）”，University Science Books 出版（1986）；R. Herloski、S. Marshall 和 R. Antos 合著的“Gaussian beam ray—equivalent modeling and optical design（高斯光束光线等效建模与光学设计）”，Applied Optics Vol.22，No.8 PP. 1168（1983）；M.W.Sasnett 与 T.F. Johnston, Jr.合著的“Beam characterization and measurement of propagation attributes（光束特性与传播属性计量）”，Proc.
SPIE Vol.1414, PP 21（1991）以及 A.E. Siegman 编写的“New developments in laser resonators（激光谐振器的新发展）”, Proc. SPIE Vol.1224, PP 2（1990）。

[此分析的局限性] (Limitations of the Analysis)

高斯光束是理想化的“完美”光束，这就限制了使用高斯光束分析的系统范围。因为高斯光束参数计算基于近轴光束数据，其结果在大像差系统和不能用近轴理论解释的系统中是不可靠的，比如非旋转对称系统。平面折叠反射镜不会使结果无效，但是倾斜和偏心会使结果出现错误。这一功能忽略所有的孔径，并假设高斯光束在系统所有透镜孔径中很好地传播。

有关更多常规光束传播分析功能，请参阅“物理光学传播”。

[高斯光束概论] (Overview of Gaussian Beams)

高斯激光光束由束腰尺寸，波长和物空间位置来描述。实际上，高斯光束是可以逼近但绝不可能达到的理想化光束。 但是，实际激光光束可以通过具有理想特征和质量因子 M2 的“嵌入”高斯光束来很好地描述。M2 可定义嵌入高斯模式的相对光束尺寸和发散角。M2 的理想值是 1，但实际激光的 M2 常大于 1。

此功能需要对初始输入嵌入光束属性和 M2 值进行定义。输入嵌入光束通过相对表面 1（注意这不是物面，而是物后的第一面）的输入束腰位置和在此位置的束腰径向尺寸进行定义。OpticStudio 之后将通过透镜系统传播此嵌入光束，每个表面的光束数据都被计算出来并显示在输出窗口中。OpticStudio 计算 X 和 Y 方向的高斯光束参数。

[默认光束参数] (Default Beam Parameters)

OpticStudio 默认束腰尺寸为 0.05 镜头单位（不管镜头单位是什么）并且表面 1 到束腰距离为 0。当然这意味着束腰就在表面 1 上。默认值可以通过单击“Reset”来恢复。当默认值计算并显示后，可以改变束腰尺寸和位置，重新计算新的高斯光束。

[传播基本光束] (Propagation the Embedded Beam)

一旦初始束腰和位置参数建立后，OpticStudio 将通过系统追迹这一光束，并计算出径向光束尺寸、最细的径向束腰、相对于束腰的表面坐标、光束相位曲率半径、半发散角以及系统各表面瑞利范围。OpticStudio 在生成的文本列表上将这些参数分别称为尺寸（Size）、束腰 （Waist）、束腰 Z（Waist Z）、半径（Radius）、发散角（Divergence）和瑞利（Rayleigh）。

所有参数单位都是镜头单位，除了半发散角用弧度表示之外。嵌入高斯光束参数可以用下面标准公式计算出来。

瑞利范围 Z_r，可定义为

$$z_r = \frac{\pi\omega_0^2}{\lambda}$$

相位曲率半径由下式给出

$$R(z) = z + \frac{z_r^2}{z}$$

其中 Z 是到光束束腰的距离。任意 Z 处的径向光束大小为

$$\omega(z) = \omega_0\left[1 + \left(\frac{z}{z_r}\right)^2\right]^{1/2}$$

其中 ω_0 为光束束腰。光束的发散角为

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\omega_0}{z_r}$$

最后，Gouy 偏移为高斯光束中心相位

$$\varphi = \tan^{-1}\frac{z}{z_r}$$

[质量因子] (The Quality Factor)

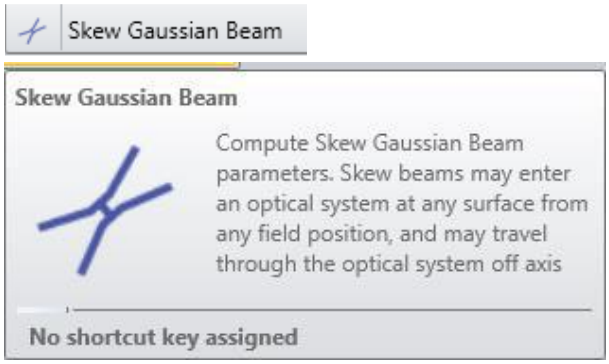
对于理想的嵌入高斯光束，前述所有结果都是正确的。对于有像差的混合模式的光束，Siegmen 在基本高斯光束模型基础上进行了扩展。该方法使用了一个叫做光束质量因子的项，通常用 M2 表示。M2 因子可看成是“乘以衍射极限”数，总是比 1 大。M2 因子通过将嵌入高斯光束大小和发散角缩放 M 倍，来确定真实的像差高斯光束的尺寸。注意，瑞丽范围和相位半径不能根据 M 缩放，但嵌入模式值可根据 M 缩放，如 Siegman 所定义。通常确定激光束采用 M2，而不是 M，虽然实际上采用 M 对光束大小进行缩放。M2 因子必须测量精确。如果 M2 因子设为 1，即默认值，OpticStudio 会计算上面提到的 TEM00 数据。如果 M2 大于 1，OpticStudio 会计算嵌入高斯光束和缩放数据。

[交互分析] (Interactive Analysis)

本功能的设置对话框也支持交互功能。在定义不同的输入光束参数后，单击“Update”会马上追迹指定的高斯光束，并在对话框中显示结果。任何表面的参数都可以看到，表面序号从下拉菜单中选择。同样可以使用先前提到的控件选择方向。

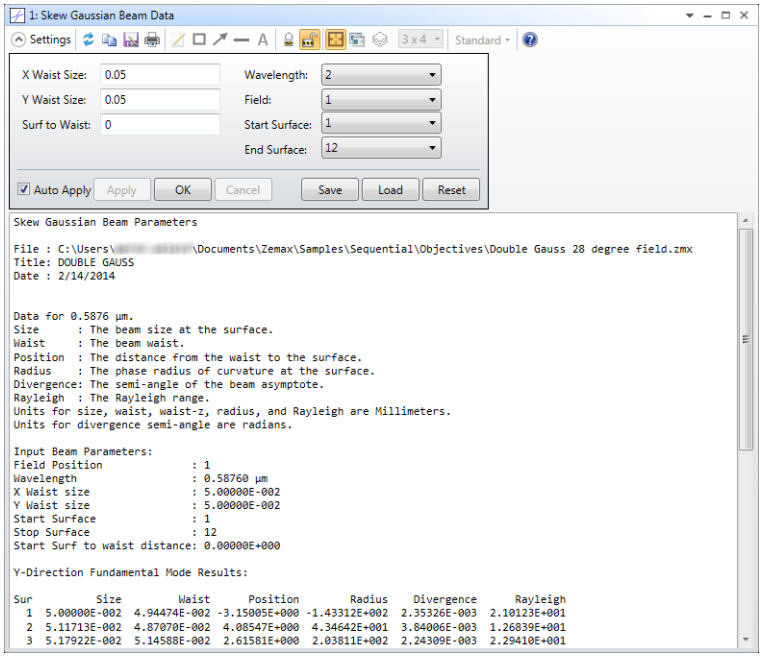
交互功能不能以任何方式修改透镜或系统数据；它是便利的“计算器”，可显示近轴高斯光束数据

[倾斜高斯光束] (Skew Gaussian Beam)



计算倾斜高斯光束参数。倾斜光束可以从任意视场位置入射到光学系统的任一表面，可以离轴传播。倾斜高斯光束参数可以通过实际光线进行计算，并且需考虑像散，但无需考虑高阶像差。另

请参阅“近轴高斯光束”和“物理光学传播”。



[X 束腰尺寸] (X Waist Size) 用镜头单位表示的起始面之前的空间中光束束腰的 x 方向径向尺寸。

[Y 束腰尺寸] (Y Waist Size) 用镜头单位表示的起始面之前的空间中光束束腰的 y 方向径向尺寸。

[表面到束腰] (Surface to waist) 从起始面到束腰位置的距离。当束腰在起始面左边时，这一参数为负。

[波长] (Wavelength) 计算中使用的波长序号。

[视场] (Field) 计算中使用的视场序号。

[起始面] (Start Surface) 光束传播开始的表面。

[终止面] (End Surface) 光束传播结束的表面。

说明

有关高斯光束重要的背景知识，请参阅“近轴高斯光束”。

当给定的入射光束传播通过透镜系统时，本功能可计算出理想倾斜高斯光束数据，例如光束尺寸，发散角和束腰位置。光束不仅限于旋转对称系统轴上的光束，对任意角度的光束都可以追迹到光学系统中的任何位置。

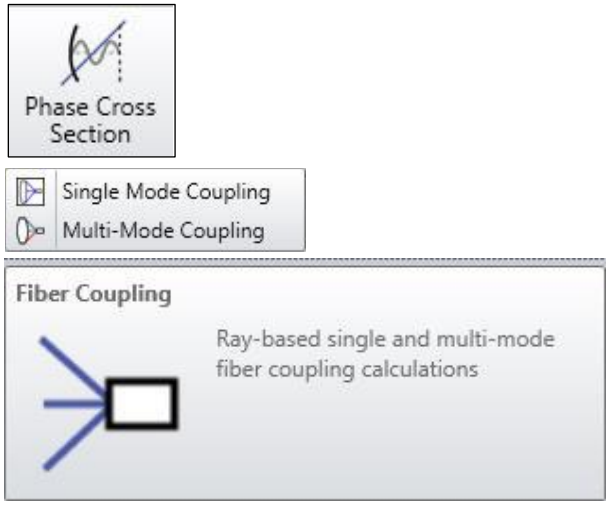
光束最初根据起始面之前的光学空间中 X 和 Y 方向的束腰尺寸进行定义。视场和波长设置可用来定义通过光学系统追迹的主光线。此主光线在整个传播过程中是倾斜高斯光束的轴。

X 和 Y 方向最初是按入瞳方向定义的。相对于主光线的+Y 方向被定义为，从入瞳主光线坐标指向坐标为 Px = 0, Py = 1 的入瞳边缘光线坐标的矢量。Px = 1, Py = 0 边缘光线可定义+xX 方向。有关归一化光瞳坐标的详述，请参阅“归一化光瞳坐标”。

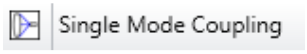
当主光线通过光学系统传播时，系统也会传播两条边缘光线，使用这两条边缘光线可定义每个光学空间的+X 和+Y 方向。X 和 Y 方向列出的所有数据都是在此移动坐标系中测量的。

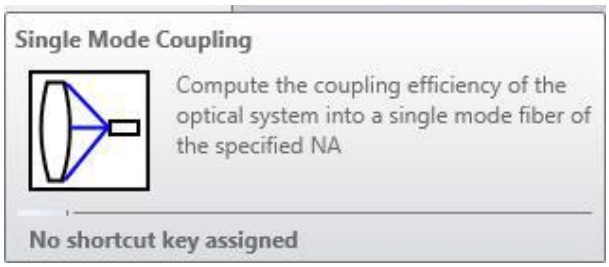
对于包含非序列元件组的系统，倾斜高斯光束功能的结果通常是不准确的。为了得到最精确的结果，可将非序列元件组替换为等价的序列元件组。

[光纤耦合] (Fiber Coupling)



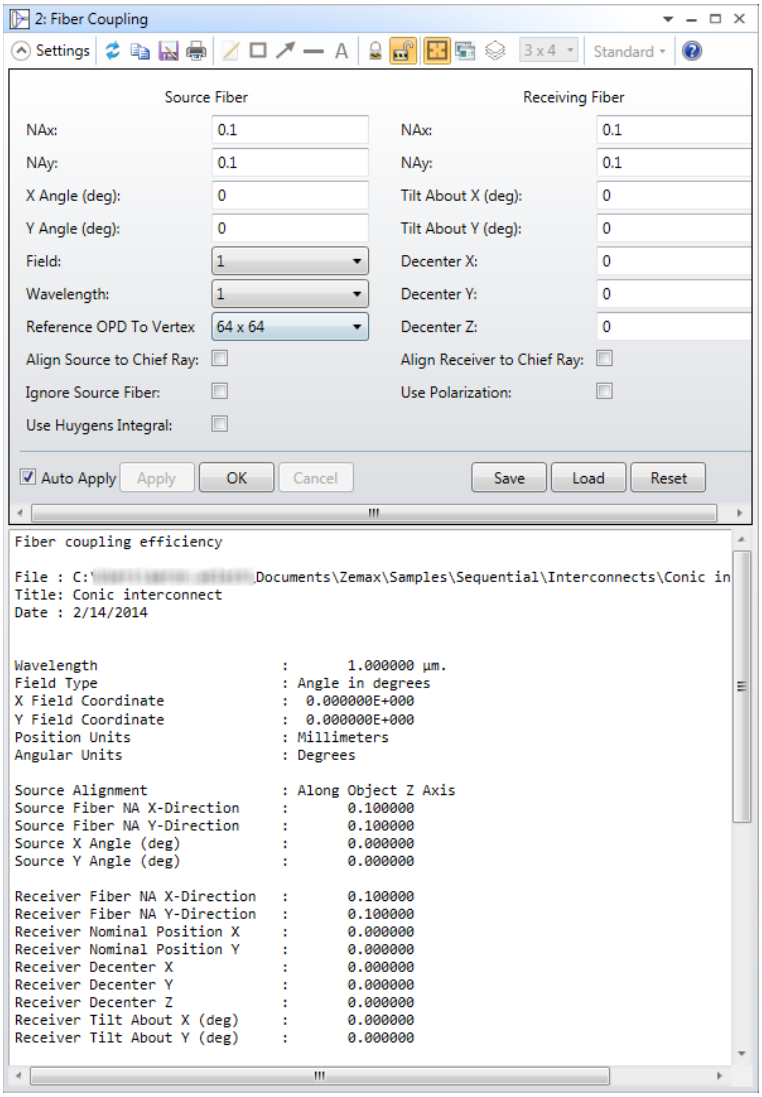
[单模光纤耦合] (Single Mode Coupling)





此功能可计算单模光纤耦合系统的耦合效率。有关多模光纤耦合，请参阅“计算多模光纤效率”。

也可参考“计算光纤耦合（Computing Fiber Coupling）”。



源光纤设置

[数值孔径 x/y] (NA x/y) 源光纤分别在物空间 XZ 平面和 YZ 平面的数值孔径。这是 n 乘以强度为 $1/e^2$ 的点处的发散半角的正弦值。

[X 角度，Y 角度] (X angle，Y angle) 源光纤在物空间的旋转角度，单位为度，从源光纤的初始方向测量。X 角度是在 XZ 平面测得的角度，Y 角度是在 YZ 平面上测得的角度。

[视场] (Field) 计算中使用的视场序号。

[波长] (Wavelength) 计算中使用的波长序号。

[采样] (Sampling) 数值积分时使用的网格尺寸。

[源光纤对准主光线] (Align Source to Chief Ray) 若未选中，光纤方向沿 Z 轴取向，以视场点为中心。若选中，光纤中心轴指向视场的主光线方向。
[忽略源光纤] (Ignore Source Fiber) 若选中，那么使用“系统选项”的“孔径设置”中指定的切趾类型和值照亮光瞳。所有计算都要参考入射到入瞳上的总能量。

接收光纤设置

[数值孔径 x/y] (NA x/y) 接收光纤分别在像空间 XZ 平面和 YZ 平面的数值孔径。这是 n 乘以强度为 $1/e^2$ 的点处的发散半角的正弦值。

[关于 X，Y 旋转] (Tilt About X，Y) 接收光纤在像空间的旋转角度，单位为度，从接收光纤的初始方向测量。如果 X 和 Y 方向都指定了旋转，则先围绕 X 旋转再围绕 Y 旋转。注意旋转是绕特定轴进行，所以绕 X 旋转就会靠近或远离 Y 轴。旋转在下述的 XYZ 偏心之后进行。

[偏心 XYZ] (Decenter XYZ) 接收光纤在 x/y/z 方向的线性偏移，单位为镜头单位，从接收光纤的初始位置开始测量。偏移是在上述的 XY 旋转之前进行的。

[接收光纤对准主光线] (Align Receiver to Chief Ray) 若未选中，光纤在像面 XY 坐标（0.0, 0.0）上；若选中，光纤将在 X 和 Y 重新定位，以主光线与像面的交点位置为中心。在任一情况下，接收光纤都将沿像空间 Z 轴取向，除非使用上面的控件旋转。

[使用偏振] (Use Polarization) 若选中，偏振就会被考虑。有关定义偏振状态和偏振如何被用于分析的信息，请参阅“偏振（Polarization）”。

[使用惠更斯积分] (Use Huygens Integral) 若选中，惠更斯 PSF 就会用于在接收光纤处的光束建模。计算惠更斯 PSF 比直接的基于光线的积分（如果此项未选中）要慢许多。但是，有些情况需要惠更斯 PSF。在这些情况下，一般波前有严重的缺失或非连续性。如果快速的光线积分不能精确地

计算，光纤耦合将会是零并且会发出一 个警告，提醒转换到惠更斯算法。

说明

此功能计算高斯型模式的单模光纤的耦合效率。有关多模光纤耦合，请参阅“计算多模光纤效率（Calculating efficiency of multi-mode fibers）”。有关光纤耦合更详细且更灵活的物理光学分析，请参阅“计算光纤耦合（Computing Fiber Coupling）”。

光纤耦合效率是基于双光纤模型或单光纤模型计算的。在双光纤模型中，来自源光纤的光线将充满或过度充满系统的入瞳。未被入瞳接收的能量丢失了，从而降低了总体效率。如果需要，在单光纤模型中可以忽略源光纤，此时将相对于进入入瞳的能量计算效率；效率进而随系统切趾变化（见“切趾类型（Apodization Type）”）

系统效率 S 是由入瞳收集的在考虑到渐晕和透射率（如果使用偏振）的情况下通过光学系统的能量总和，除以源光纤发射的能量总和：

$$S = \left[\frac{\iint_E t(x,y)F_s(x,y)dxdy}{\iint F_s(x,y)dxdy}\right]^2$$

其中 *Fs* 是源光纤的振幅函数，分子上的积分只在光学系统整个入瞳上进行，*t (x,y)*是光学系统的振幅透射函数。透射率由系统吸收和膜层决定（如果偏振被选中）。如果源光纤被忽略，则分母上的积分只在整个入瞳上进行，如果有系统切趾，则 *Fs* 函数由该切趾决定。

光学系统的像差带来了相位差，这会影响到光纤的耦合。当会聚到接收光纤的波前模式与光纤在振幅和相位上的光纤模式完全吻合时，可以得到最大的耦合效率。使用数学运算可将此数据定义为光纤和波前振幅之间的一个归一化的复积分：

$$T = \frac{|\iint F_r(x,y)W'(x,y)dxdy|^2}{\iint F_r(x,y)F_r'(x,y)dxdy \iint W(x,y)W'(x,y)dxdy}$$

其中 *Fr(x,y)*是描述接收光纤复振幅的函数，*W(x,y)*是描述光学系统出瞳波前复振幅的函数，符号’代表它们为复数共轭。注意这些函数都是复数，所以它是一个相干复积分。

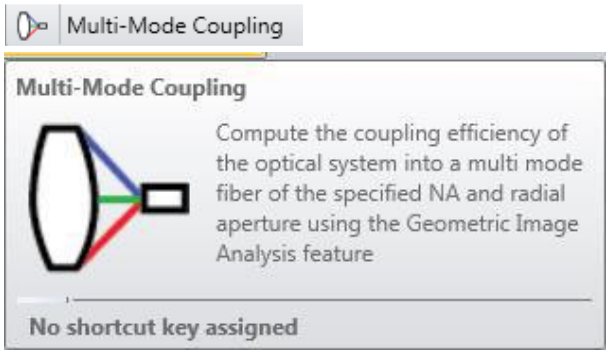
T 的最大可能值是 1，如果光纤振幅和相位与波前的振幅和相位之间有任何错位，这个值就会下降。

OpticStudio 计算 S 和 T 的数值。全部的功率耦合效率是由这几个数值的乘积。理论的最大耦合效率也可以计算出来；这个值是在忽略像差影响，但考虑渐晕、透射率和其它振幅不匹配的情况下得到的。

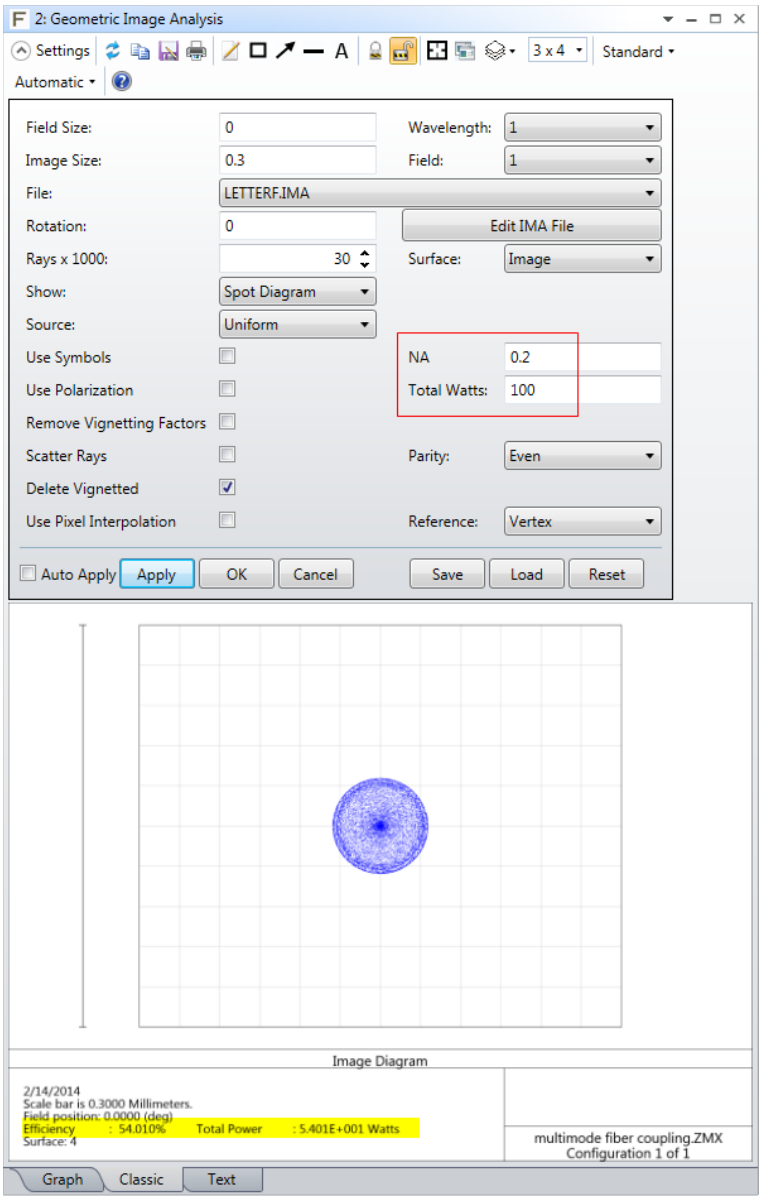
要模拟接收光纤前端面的反射损失，可将像空间玻璃设为光纤材料，并选中“使用偏振（Use

Polarization）”复选框，此时会考虑到接收光纤端面（和其它面）的菲涅尔反射率。

[多模光纤耦合] (Multi-Mode Coupling)



使用几何图像分析功能的 NA 设置，计算指定 NA 和径向孔径的多模光纤的光学系统耦合效率。

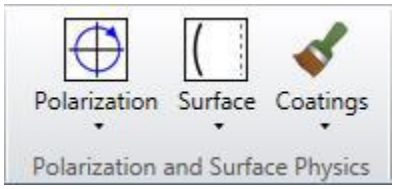


OpticStudio 有一种算法可精确计算耦合进单模光纤的效率，有关详细信息，请参见“光纤耦合效率（Fiber Coupling efficiency）”。也可参考“计算光纤耦合（Computing Fiber Coupling）”。

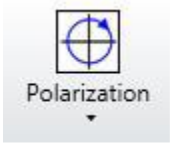
为估算多模光纤的耦合效率，可以使用几何逼近。将一个圆形孔径置于像面上或是像面前，且有适当的最大径向孔径表示纤芯尺寸。然后将 NA（可参考前文）设置为光纤可接受的最大 NA。然后可以通过对在指定的 NA 中通过中心孔径的光线求和来计算百分比效率。纤芯折射率为 n_i，外包层折射率为 n_0 的典型多模光纤的 NA 为

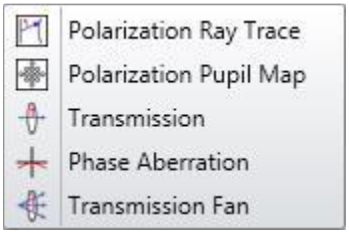
$$NA = \sqrt{{n_i}^2 - {n_o}^2}$$

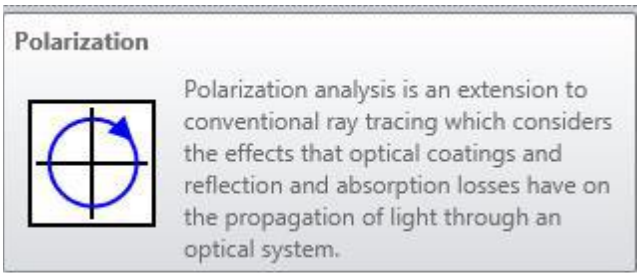
[偏振与表面物理组（分析菜单，序列模式）] (Polarization and Surface Physics Group (the analyze tab, sequential ui mode))



偏振（偏振与表面物理组）(Polarization (polarization and surface physics group))

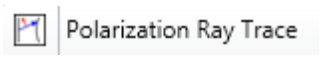


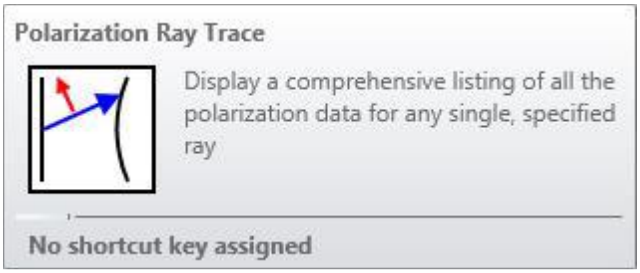




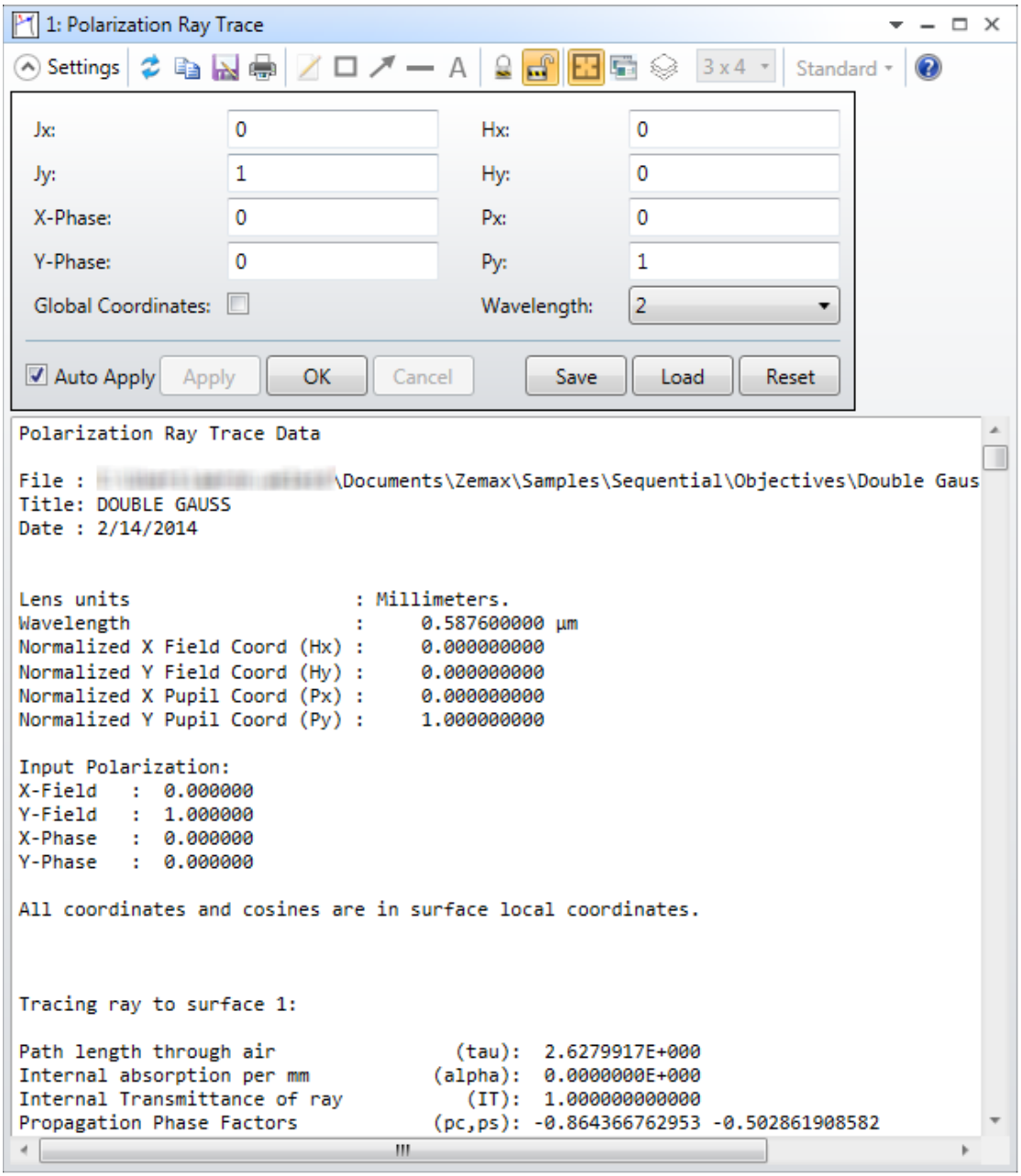
有关偏振计算的更多信息，请参阅手册中“偏振分析”。

[偏振光追迹] (Polarization Ray Trace)





偏振光追迹功能可生成一个文本窗口，显示单根光线的所有偏振数据。



Jx, Jy 琼斯电场。请参阅“定义初始偏振”。

X,Y 相位 琼斯电场 X、Y 分量的相位（以度为单位）。

Hx 归一化X视场坐标。该值介于-1到1之间。

Hy 归一化Y视场坐标。该值介于-1到1之间。

Px 归一化X光瞳坐标。该值介于-1到1之间。

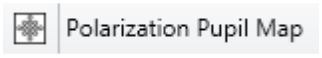
Py 归一化Y光瞳坐标。该值介于-1到1之间。

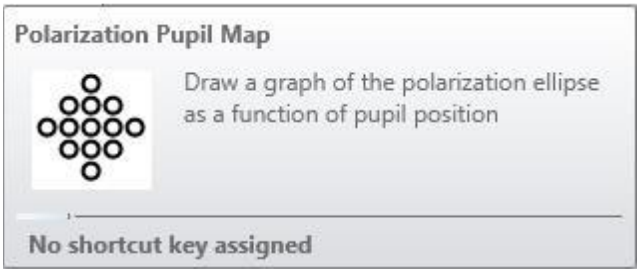
波长 要追迹的光线的波长编号。

全局坐标 如果选中，所有坐标和余弦数据都将在全局坐标而不是局部坐标中提供。

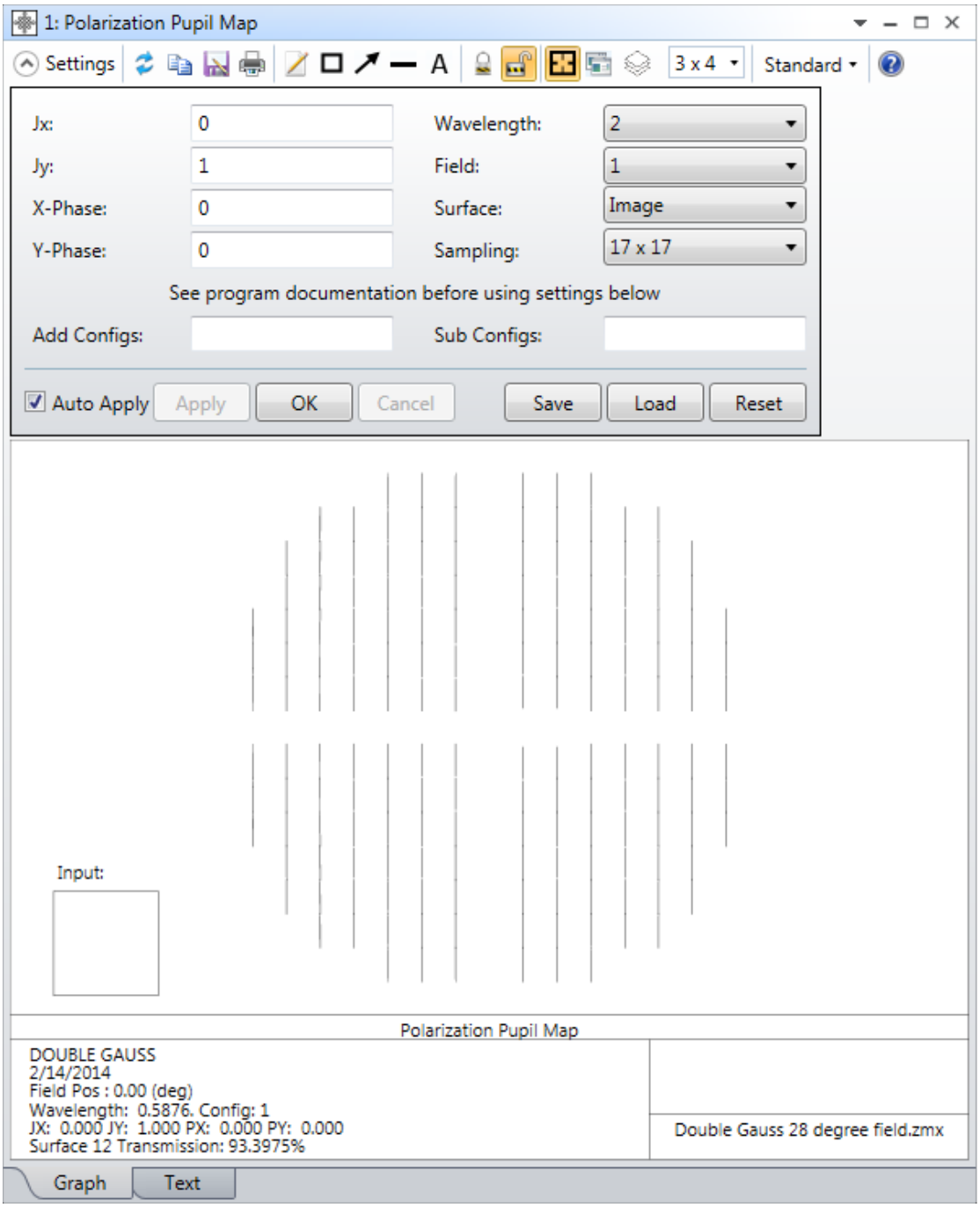
详述 此功能可将 OpticStudio 所计算的所有数据制成表格，以便进行偏振光追迹。请参阅“偏振分析”。

[偏振光瞳图] (Polarization Pupil Map)





生成偏振椭圆随光瞳位置变化的图表。此图可帮助显示偏振随光瞳的变化。此功能还可用于计算使用其他结构（例如双折射偏振分束器和干涉仪）的干涉光程建模的系统的透射率。



Jx, Jy 琼斯电场。请参阅“定义初始偏振”。

X,Y 相位 琼斯电场 X、Y 分量的相位（以度为单位）。

波长 要追迹的光线的波长编号。

视场 要追迹的光线的视场位置编号。

表明 显示数据所位于的表面。数据是通过指定表面折射后的数据。

采样 光瞳中采样的网格尺寸。

干涉相加结构

干涉相减结构 如果将“干涉相加结构”和“干涉相减结构”设置留空，将计算单结构（在窗口顶部下拉菜单中选择）的偏振椭圆和透射，并且不考虑干涉效应。要对结构之间的干涉建模，请参阅下面的“详述”。

详述

偏振椭圆是当光波在一个周期内传播时根据电场矢量追迹到的光线外形的表现形式。椭圆大小由光线透射率决定，通常随光瞳位置变化。请参阅“偏振分析”。

此功能所计算的数据文本将列出 “Px”、 “Py”、 “Ex”、 “Ey”、“强度”、“相位”和“方向”等值的大小。这些选项是指归一化光瞳 X 坐标和 Y 坐标、电场 X 方向分量和 Y 方向分量大小、电场强度(Ex^2 + Ey^2)、Ex 和 Ey 相位之间的相位差（以度为单位）以及偏振椭圆主轴的方位角（以度为单位）。注意：Ex 和 Ey 都是复数，并且此处到列出的值都是振幅量值或 sqrt(E*E)。

警告：偏振光瞳图假设光线与 Z 轴近似平行，并且仅使用电场的 Ex 和 Ey 分量计算偏振椭圆。如果光线相对于 Z 轴的夹角很大，则此近似无效。

对于两个结构之间的干涉建模

某些光学系统需要使用多个结构才能对完整的光束进行建模。最常见的示例是偏振分束器，它使用单轴晶体分离正交偏振的入射电场。通常，这些分束器对正交轴方向使用 2 个晶体，每个晶体需要一个寻常光线追迹结构和一个非寻常光线追迹，因此这些系统总共需要 4 个结构才能对所有光线光程建模。

通过这些系统计算其透射率很复杂。如果单入射光线分为 4 条单独的光线，每个结构使用一条，则每条光线将承载一部分电场和能量。光线追迹不依赖于其它结构中的其它光线是光线的基本特性。因此，如果每条光线单独传播，则每条光线都将承载某部分电场。如果在两个或更多的结构中光线光程叠加，则必须考虑每条光程的相干叠加。

由于已考虑相位，因此部分光线会对其它光线产生相长干涉，而其它光线将产生相消干涉。这使得 OpticStudio 能够模拟各种效果，例如干涉仪（剪切或以其它方式）中的条纹，或来自各级的衍射光栅的干涉。但计算相干辐照度会涉及到一些假设。在物理学中，相消干涉是指能量已传播到非光线传播到的其它区域。以类似方式，当相长干涉发生时，人为地调整许多光线的振幅总和并非物理地增加了光束的能量。Zemax 不能确定能量会去何处（或者来自哪里），因此，在不增加假设的前提下无法保证相干辐照度计算中的能量守恒。

对于偏振光瞳图，可计算每个偏振分量的相干辐照度，只需对每条光线偏振分量的实部和虚部求和，计算该和的数量平方值，然后除以该像元的所有入射光线的偏振分量的相干振幅和的平方值，最后将此比率乘以该偏振分量的非相干辐照度。这种方法使得已计算的相关照度在零数值和非相干辐照度范围内变化。但在这种情况下无法准确确定真正的相干辐照度，因为在存在上文所述的相长干涉和相消干涉的情况中，光线模型具有局限性。具体来说，在此计算中并不知道传播能量损失的位置。

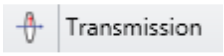
为解决此难题，“干涉相加结构”和“干涉相减结构”可让用户指定进行相干求和的结构。在“干涉相加”结构中，将追迹所有光线，并且电场是相干求和值。在“干涉相减”结构中，也会追迹所有光线，并且这些值是单独的相干求和值。作为相干求和的一部分，OpticStudio 确定因“干涉相减”结构中光线之间的相消干涉而损失的能量值。此能量随后将被添加到“干涉相加”结构中，然后确定总透射率。要列出多个结构，请使用空格分隔结构编号。例如，要将结构 1 和结构 2 定义为“干涉相加”结构中，请输入“1 2”。

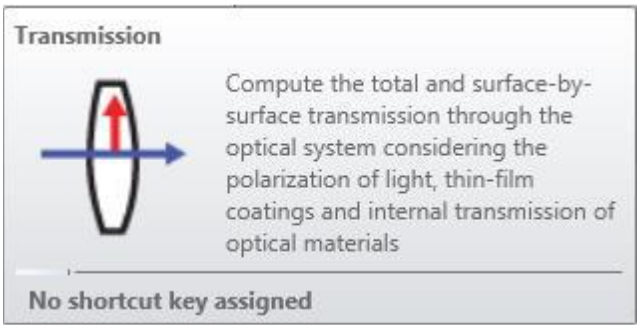
对于需要两个或更多结构（寻常和非寻常）才能追迹所有光束的双折射系统分析，此功能特别有用。这些计算也适用于其它系统，但在信任任何计算结果之间应特别小心。如果定义“干涉相加”和“干涉相减”结构时未反映光束实际干涉方式，则此功能可能会生成无意义或易于误解的结果。

除了相干添加多个结构以外，双折射系统还为用户提供了以下选择：通过使用寻常或非寻常折射率计算光线方向，然后考虑寻常光和非寻常光之间的相位差来追迹通过系统的光线。对于波片系统以及寻常光束和非寻常光束在很大程度上相重叠的其它系统，此功能很有用。有关更多详细信

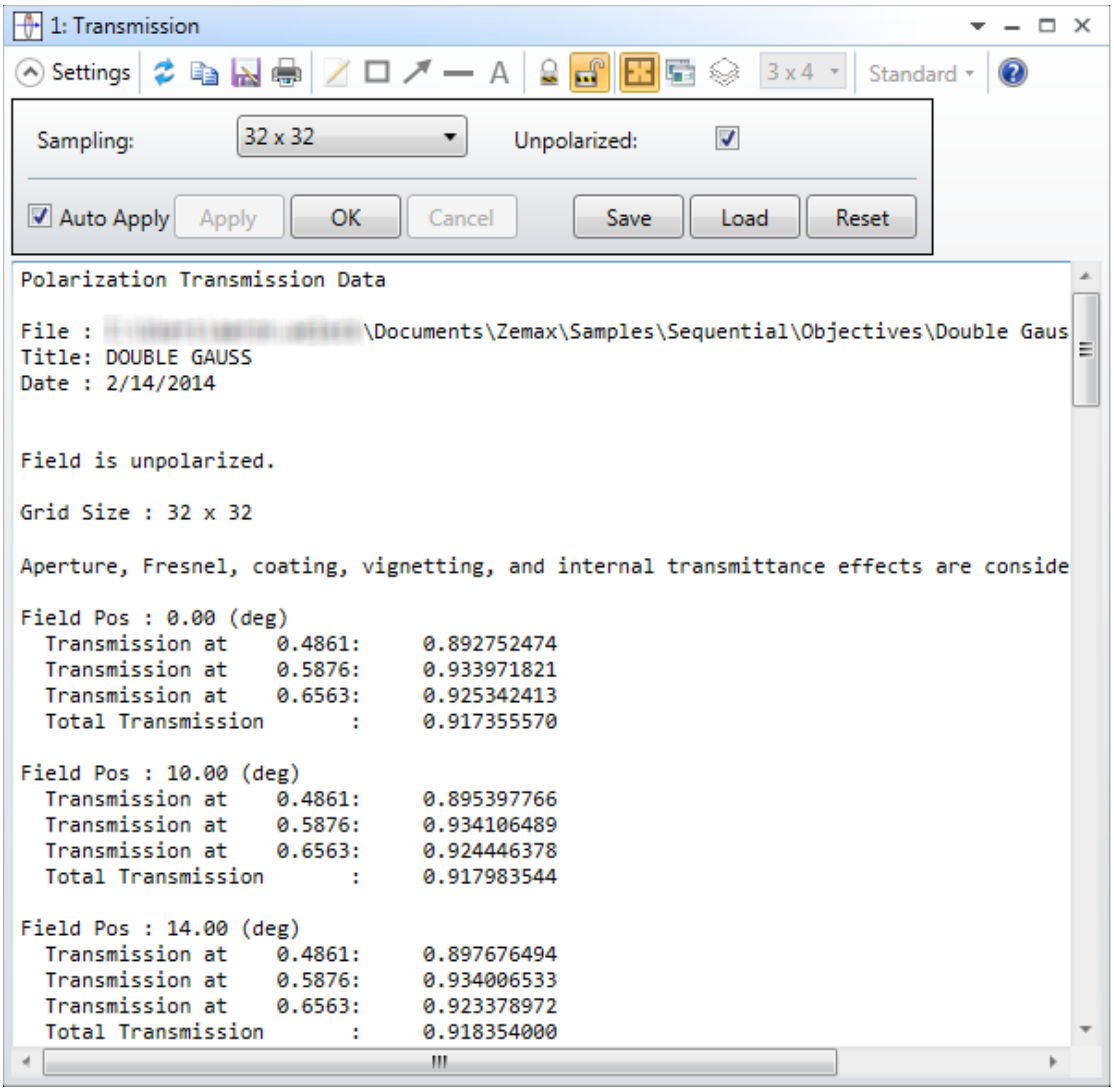
息，请参阅“双折射输入”中的详述。

[透射] (Transmission)





在考虑偏振效应情况下，计算光学系统的综合透射率以及每个表面的透射率。



Jx, Jy 琼斯电场。请参阅“定义初始偏振”。

X,Y 相位 琼斯电场 X、Y 分量的相位（以度为单位）。

采样 指定光瞳密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

无偏振 如果选中，将忽略电场定义并执行无偏振计算。

详述

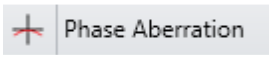
此功能将针对每个视场位置和波长将指定偏振的光学系统的综合透射率制成表格。透射率将被计算为百分比数，如果没有吸收、反射或渐晕损失，则使用100%作为透射率。透射率计算考虑渐晕因子、因孔径或遮拦所导致的渐晕、因光线追迹错误所导致的光线剪裁、表面菲涅尔反射或膜层损失以及因吸收所导致的体内透射。

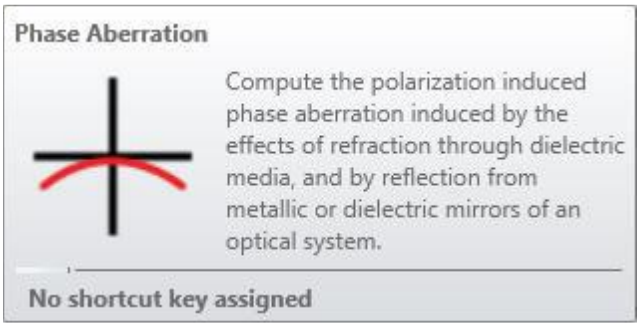
此外，针对每个视场和每个波长的制表也显示了主光线的相对透射率(“Rel. Tran”)和总透射率(“Tot. Tran”)。相对透射计算特定表面的透射率，而总透射率用于计算所有表面直至并包括特定表面的透射率。

这可以确定严重表面损失出现在何处。

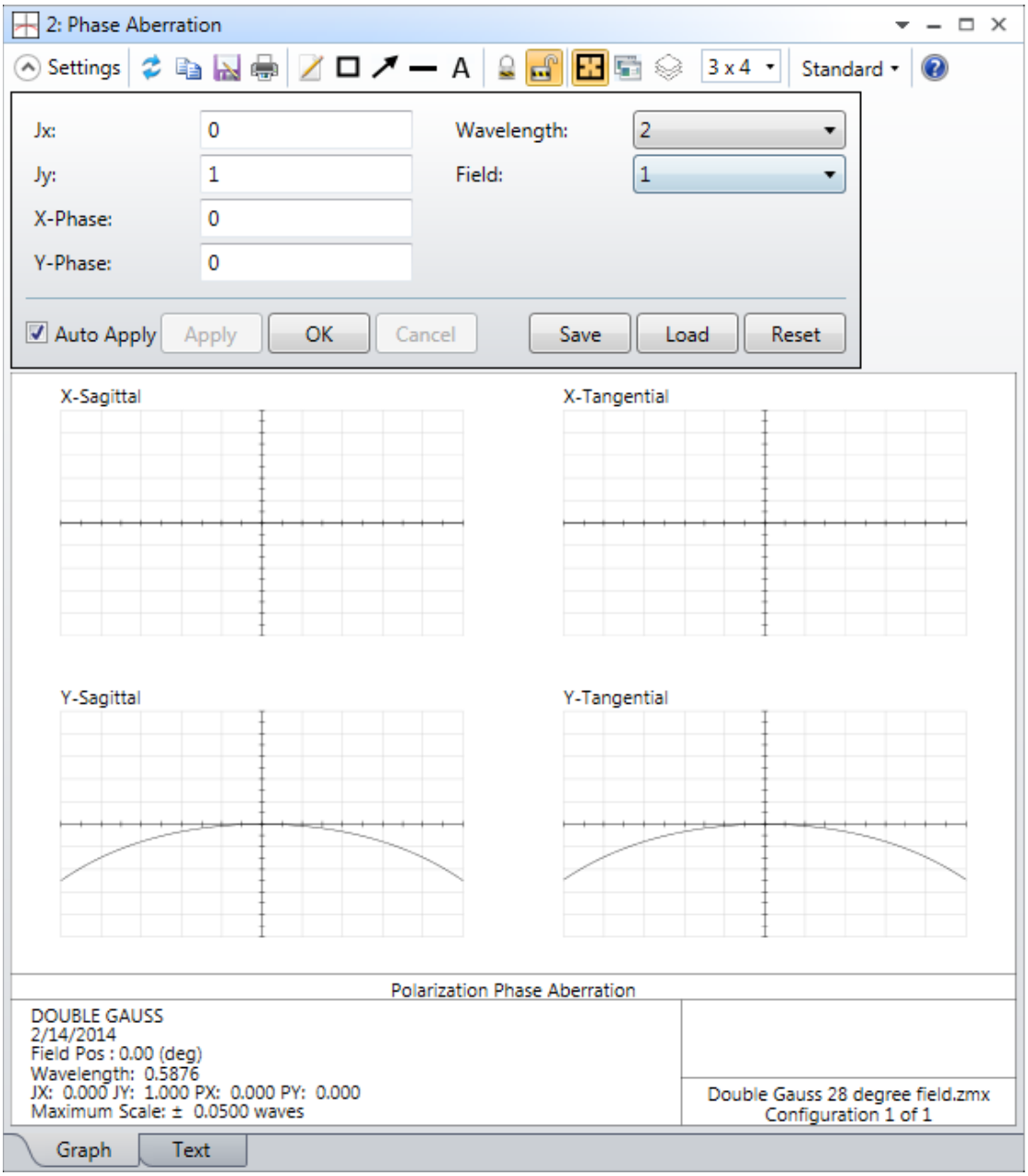
另请参阅“相对照度”。

[相位像差] (Phase Aberration)





计算光学系统的相位像差所导致的偏振。



Jx, Jy 琼斯电场。请参阅“定义初始偏振”。

X, Y 相位 琼斯电场 X、Y 分量的相位（以度为单位）。

波长 要追迹的光线的波长编号。

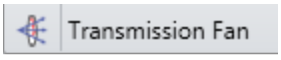
视场 要追迹的光线的视场位置编号。

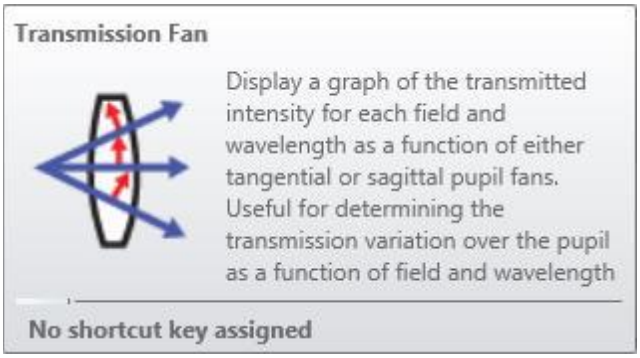
详述

偏振相位像差是因为介质材料的折射效应，以及金属或介质反射的反射效应所导致的。此功能可针对指定视场位置和波长计算像方空间中电场矢量的 X 和 Y 方向随入瞳坐标变化时的偏振相位像差。像差被定义为随光瞳位置变化的单向（例如 X 或 Y）电场相位变化数据。例如，如果主光线 X 方向的电场是(-0.7 + 0.7i)（注意：E 视场值是复数），并且在某些其它光瞳位置，X 方向的电场是(-0.7 + 0.7i)，则这两点之间的偏振相位像差是四分之一波长（Ex 相位从 45 度更改为 135 度，或者四分之一波长）。注意：这与 Ex 和 Ey 视场之间的相位差完全不同，后者是描述偏振状态（例如，线性或圆）。有关 Ex 和 Ey 之间的相位差，请参阅“光焦光瞳图”。

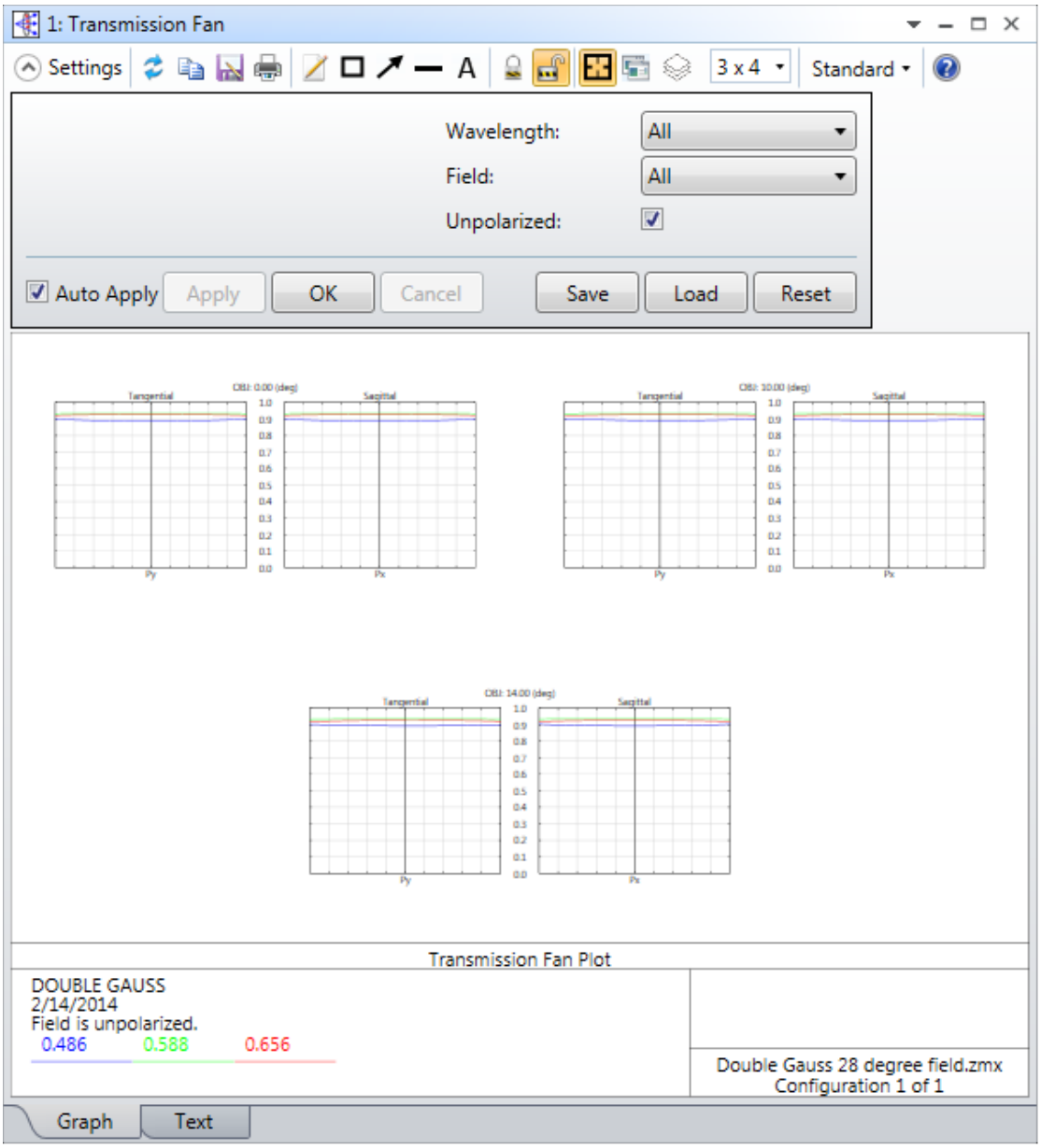
与光程差图一样，偏振相位像差将参考主光线。但是，也有在两个方向都无法确定主光线相位的情况。例如，在轴对称系统中，如果 Y 方向的入射光偏振是线性的，则主光线 X 方向的强度为零，因此 X 相位是不确定的。对于光瞳中的其它光线，偏振通常会略微旋转，因此 X 方向的结果电场会生成一个有效的相位角。为了避免这种相位的不连续性，OpticStudio 将计算主光线任一侧的两条光线的平均值，以便对主光线相位插值。在某些情况下，即使使用此平均法，仍会出现一些问题。在所有情况下，相位数据都有效，因为如果强度为零，相位像差不会影响像质分析。

[透射光扇] (Transmission Fan)





生成每个视场和每个波长随子午或弧矢光扇变化的透射强度图。



Jx, Jy 琼斯电场。请参阅“定义初始偏振”。

X,Y 相位 琼斯电场 X、Y 分量的相位（以度为单位）。

波长 要追迹的光线的波长编号。

视场 要追迹的光线的视场位置编号。

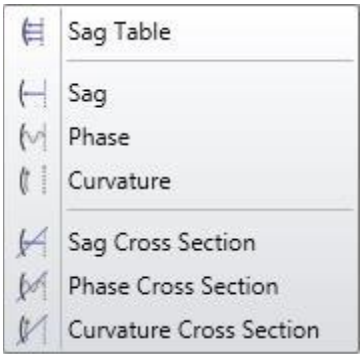
无偏振 如果选中，将忽略电场定义并执行无偏振计算。

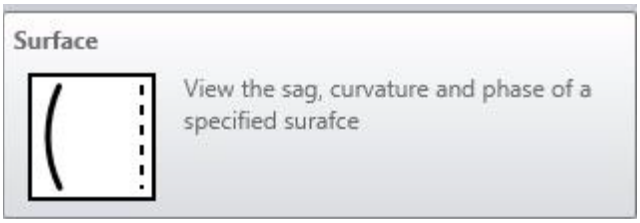
详述 偏振光透射光扇图很有用，可确定随视场和波长变化的光瞳透射变化数据。请参阅“偏振分

析”。

[表面] (Surface)

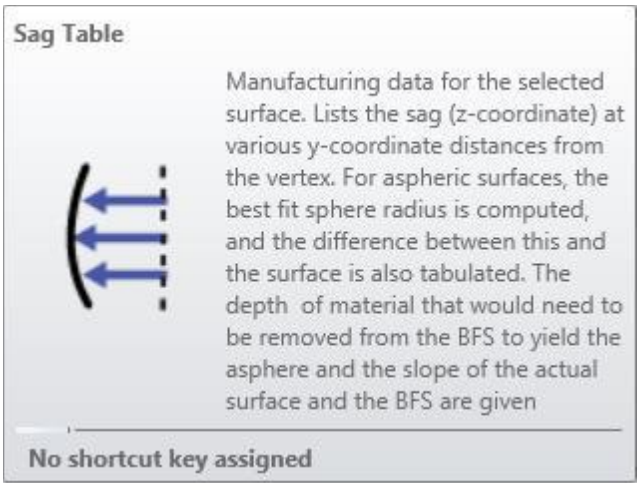




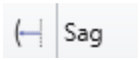


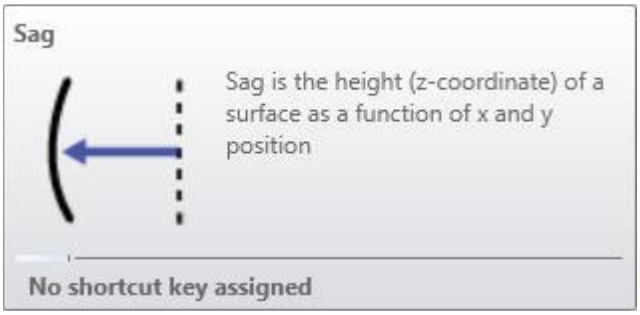
[矢高表] (Sag Table)



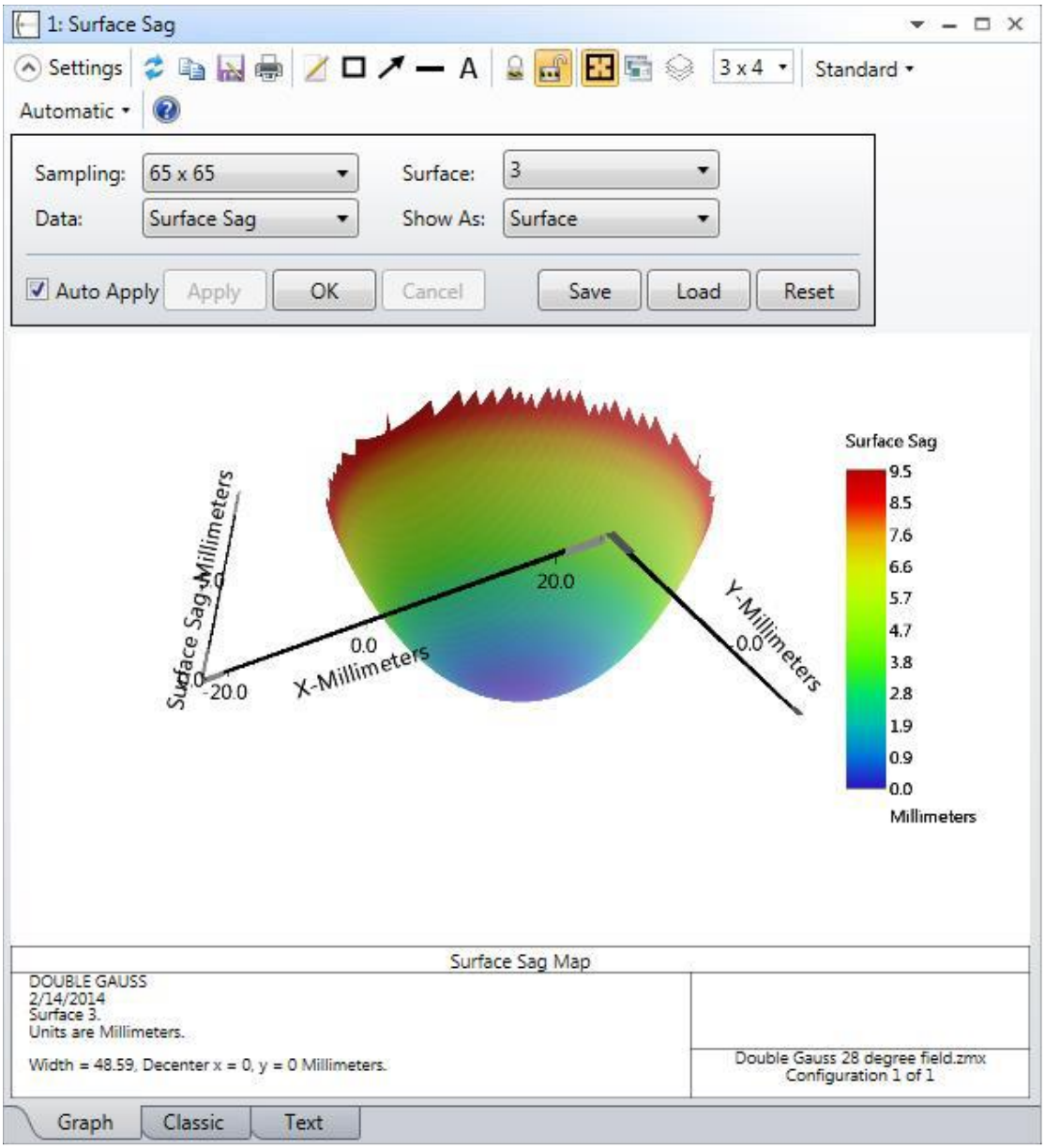


[矢高图] (Surface Sag)





将表面矢高图显示为 2D 彩色或等高线图，或显示为 3D 表面图。



采样 使用的网格尺寸。采样可以是33×33、65×65等。

轮廓格式 轮廓格式字符串。有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅下面的“轮廓格式字符串”。等高线已使用镜头单位定义。

表面 为其计算矢高显示的表面编号。

数据 选择表面矢高。

显示为 选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

详述： 此功能说明了表面上存在的任何孔径的尺寸和形状；即使孔径偏离中心。对XY平面点的

均匀网格计算矢高，并且矢高的Z值为显示值。

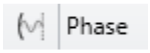
另请参阅下面介绍的“面相位”功能。

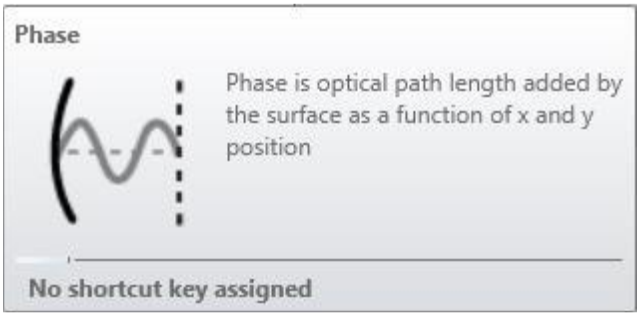
轮廓格式字符串

轮廓格式字符串允许控制等高线的外观。

如果留空，则选择默认等高线间隔。如果输入单个值，则将等高线间隔设定为该值。例如，如果输入 0.05，则等高线间隔为 0.05。如果输入以空格分隔的多个值，则仅绘制这些等高线。例如，如果输入“0.8 0.5 0.2”，则仅绘制这三条等高线。如果指定等高线设置导致要绘制的等高线过多，将选择默认等高线数量。

[相位图] (Surface Phase)





将表面相位显示为 2D 彩色等高线图，或显示为 3D 表面图。



采样 使用的网格尺寸。采样可以是33×33、65×65等。

轮廓格式 轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串”。等高线按周期定义；每个周期的相位改变量为2π。

2pi 取余 如果选中，则每当绘图的相位改变达到 2π 时，它将重新启动相位图。该选项将绘制 2π 区域的位置。



表面 为其计算相位显示的表面编号。

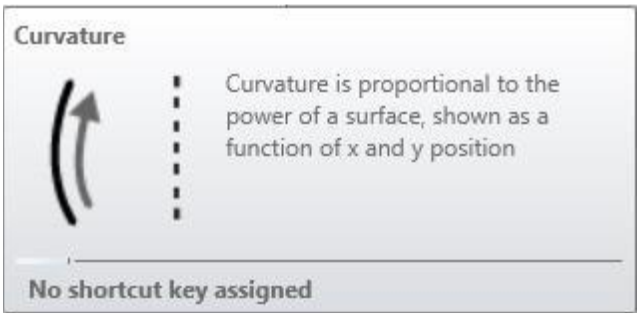
数据 选择表面相位。

显示为 选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

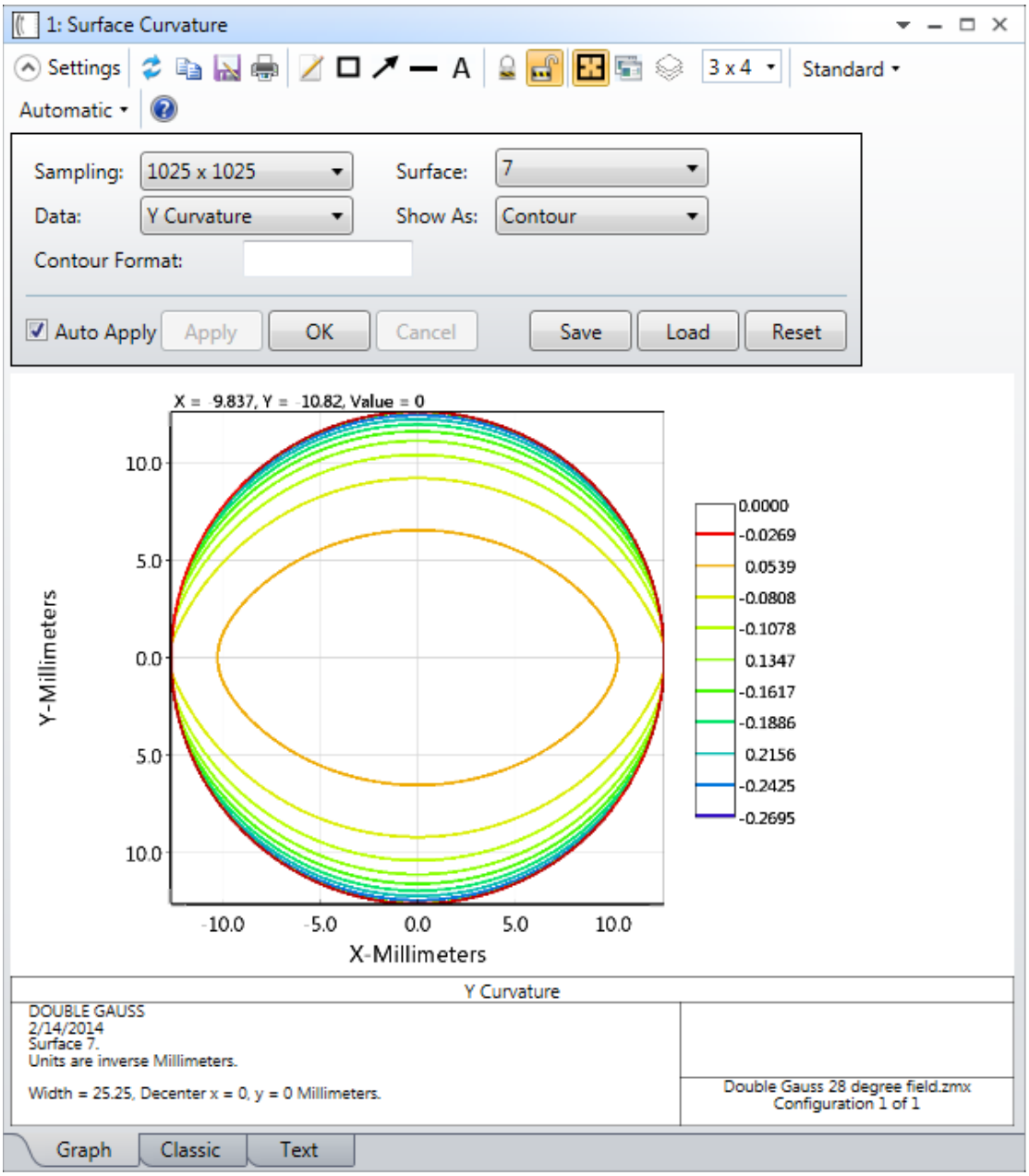
详述 此功能说明了表面上存在的任何孔径的尺寸和形状；即使孔径已偏离中心。对 XY 平面点的均匀网格计算相位，并且相位值为显示值。此功能以周期为单位对相位进行定义；因此一个周期代表 2π 的相位变化。未给光线分配相位变化的表面（例如标准面），将在表面相位显示屏的每个地方显示零相位。另请参阅上文介绍的“矢高图”功能。

[曲率图] (Surface Curvature





将表面的子午、弧矢、x 曲率或 y 曲率显示为 2D 彩色或等高线图，或显示为 3D 表面图。



采样 使用的网格尺寸。采样可以是33×33、65×65等。

轮廓格式 轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串”。等高线已使用镜头单位定义。

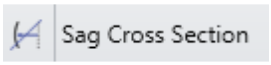
表面 为其计算相位显示的表面编号。

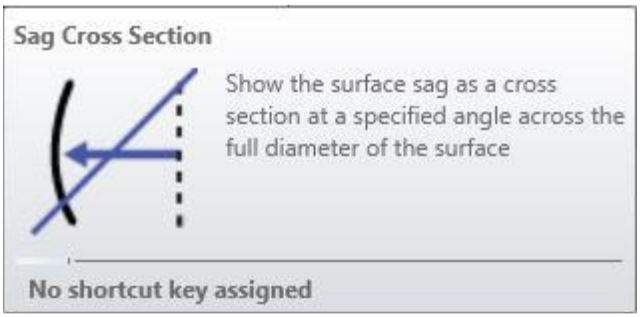
数据 选择表面相位。

显示为 选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

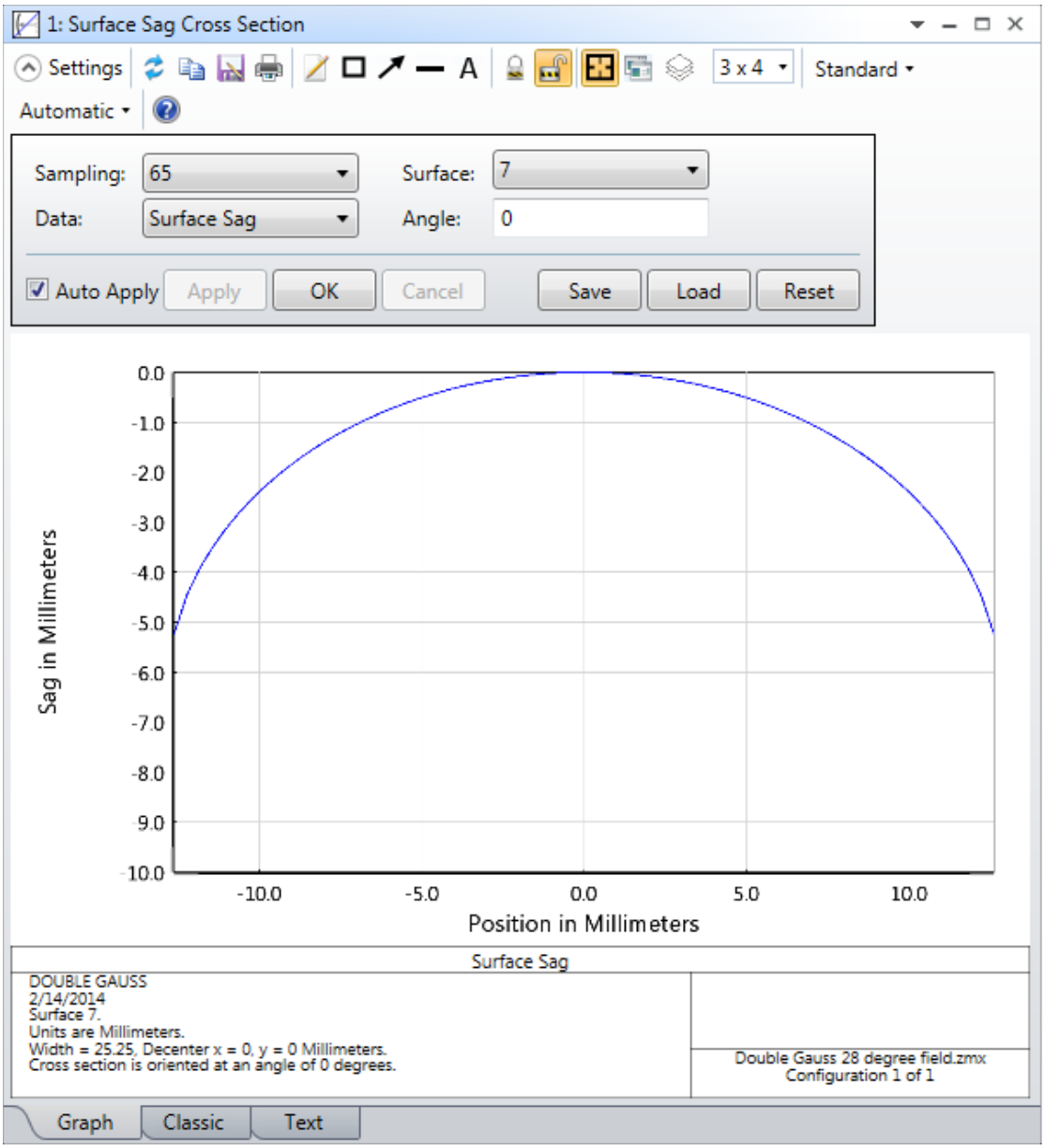
详述 此功能说明了表面上存在的任何孔径的尺寸和形状；即使孔径已偏离中心。

[矢高截面图] (Surface Sag Cross Section)





将表面矢高图显示为截面。



采样 采样可以是33、65等。

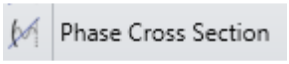
表面 为其计算矢高显示的表面编号。

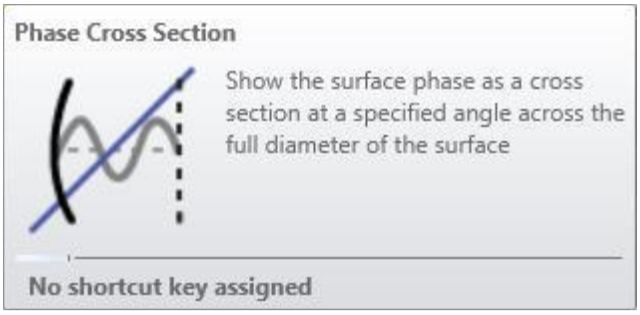
数据 选择表面矢高。

角度 选择相对于截面图局部x轴的定向角度（以度为单位）。

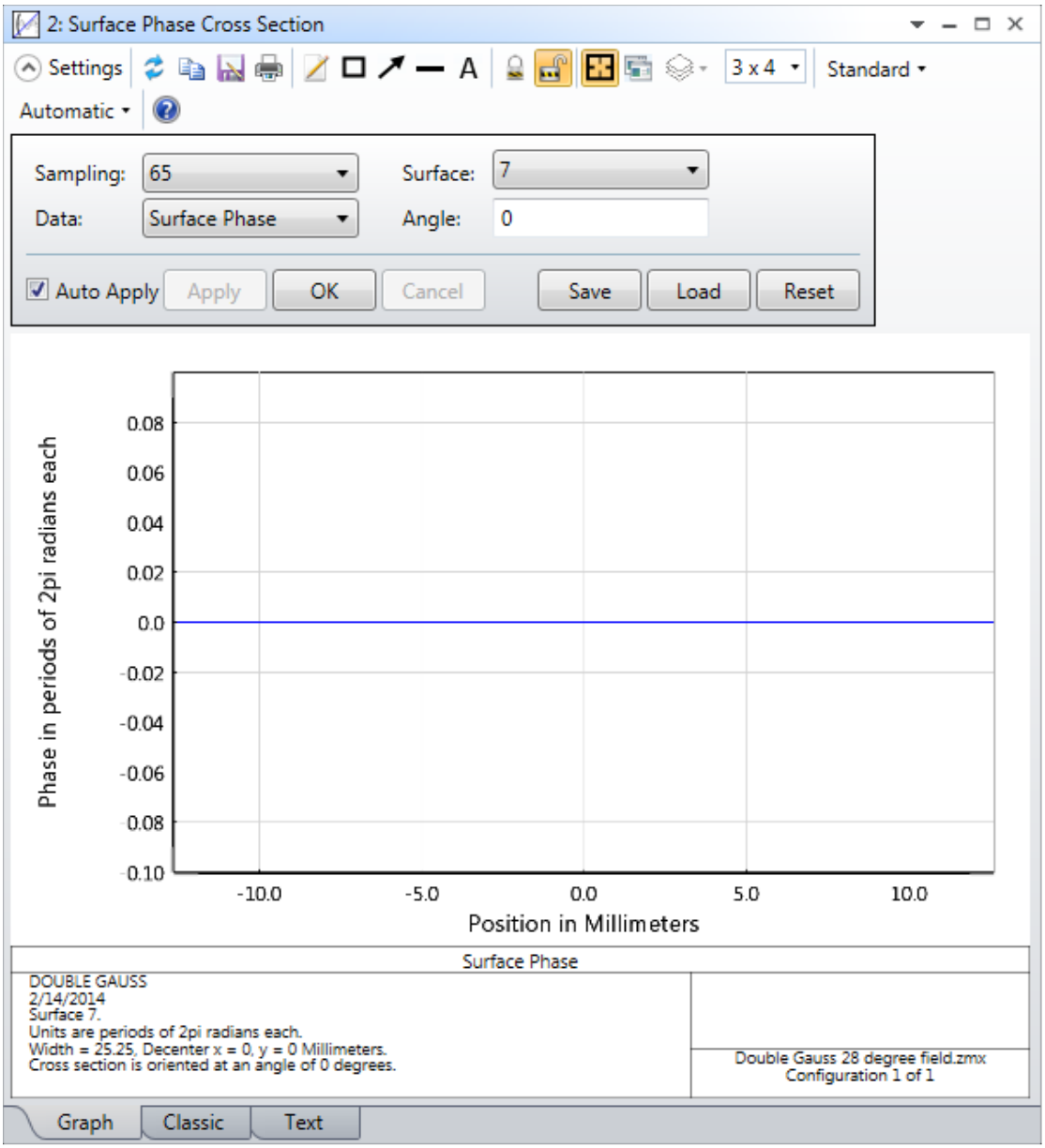
详述 此功能可计算全直径表面的表面矢高截面。另请参阅下面介绍的“相位截面图”功能。

[相位截面图] (Surface Phase Cross Section)





将表面相位图显示为截面。



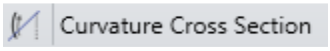
表面 为其计算矢高显示的表面编号。

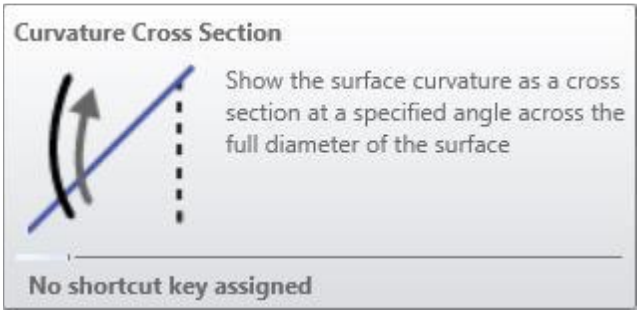
数据 选择表面相位。

角度 选择相对于截面图局部x轴的定向角度（以度为单位）。

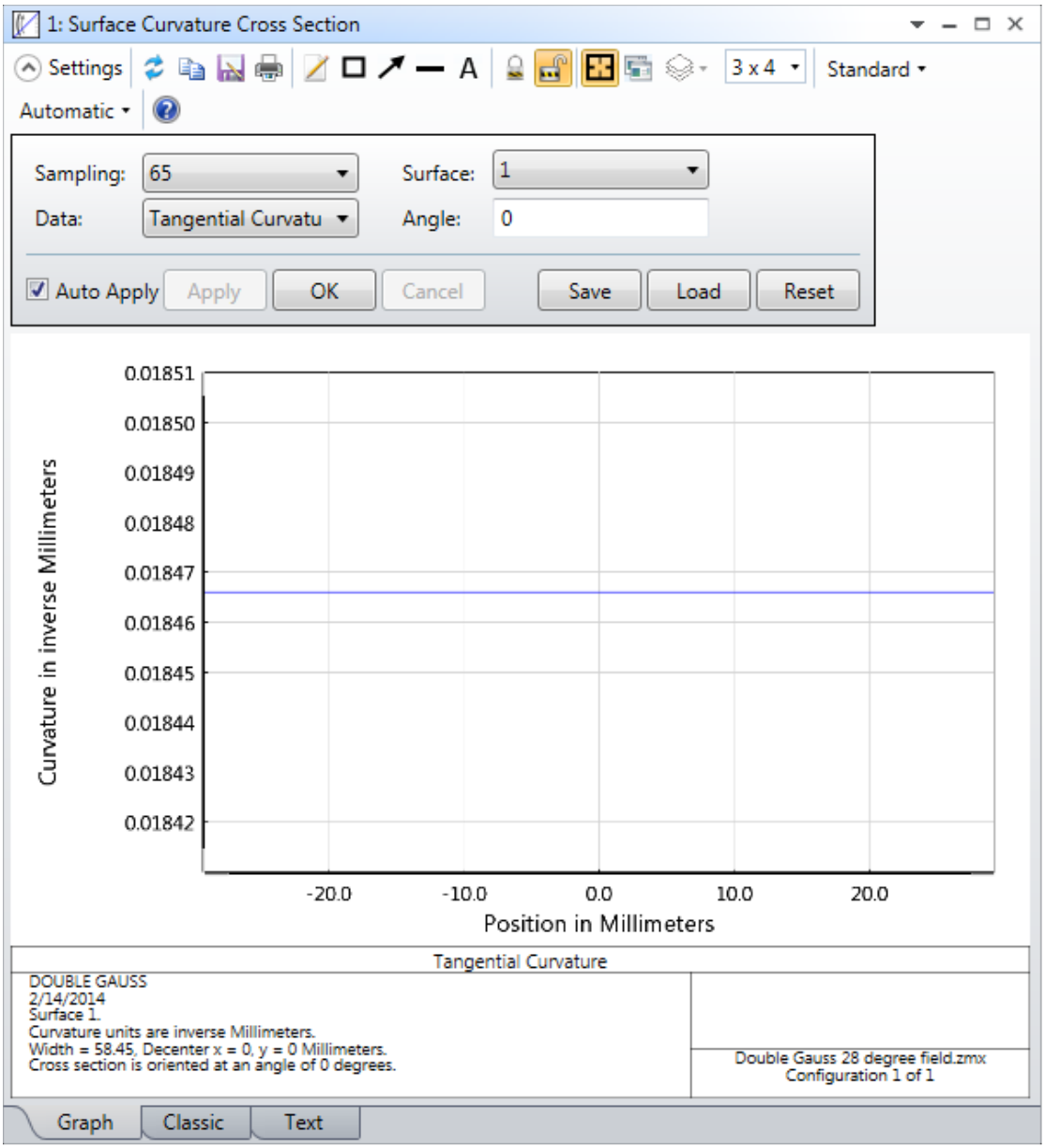
详述 此功能可计算全直径表面的表面相位截面。此功能以周期为单位对相位进行了定义；因此一个周期代表 2π 的相位变化。未对光线分配相位变化的表面（例如标准面），将在表面相位显示屏的每个地方显示零相位。另请参阅上文介绍的“矢高截面图”功能。

[曲率截面图] (Surface Curvature Cross Section)





将表面曲率图显示为截面。



采样 采样可以是33、65等。

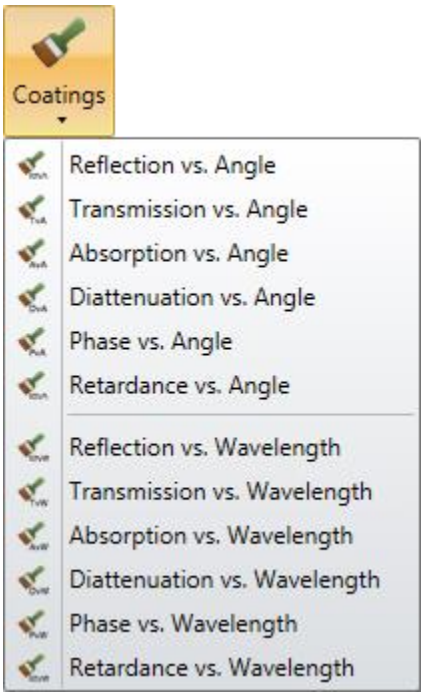
表面 为其计算矢高显示的表面编号。

数据 选择子午、弧矢、X、Y、子午+弧矢或X+Y曲率。

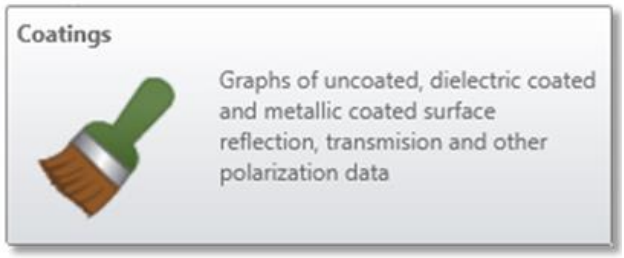
角度 选择相对于截面图局部x轴的定向角度（以度为单位）。

详述 此功能可计算全直径表面的表面曲率截面。另请参阅上文介绍的“矢高截面图”功能。

[膜层（偏振与表面物理组，分析选项卡，序列模式界面）]（Coatings（polarization and surface physics group, the analyze tab, sequential ui mode））



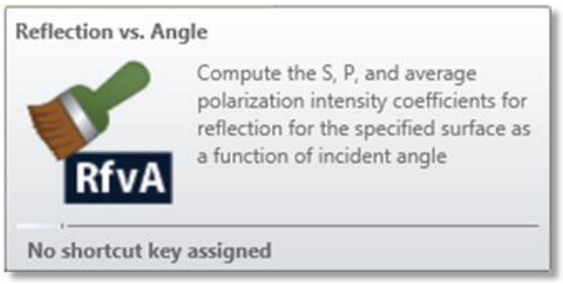
有关膜层计算的更多信息，请参阅“偏振分析 (Polarization Analysis) ”。



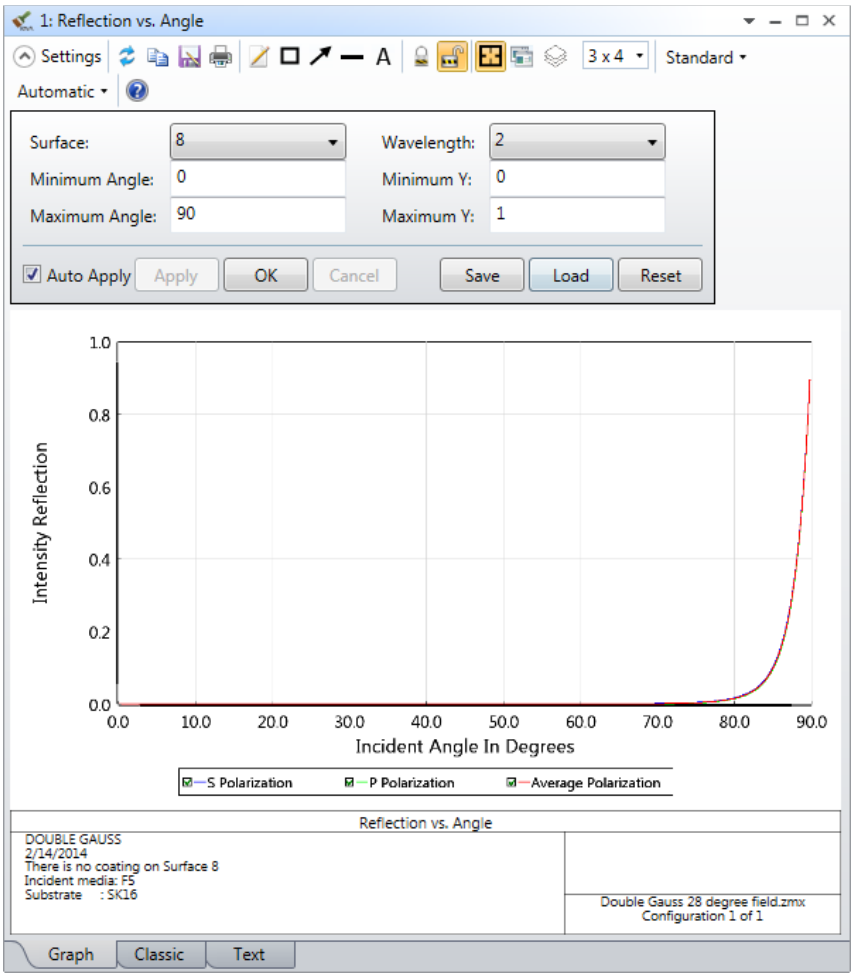
[反射率 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）]（Reflection vs. Angle

(coatings, polarization and surface physics group))





计算给定表面下，S、P 偏振光及平均偏振光的反射强度系数随入射角的变化关系。



最小角 绘图内的最小入射角，定义绘图的左侧边缘。

最大角 绘图内的最大入射角，定义绘图的右侧边缘。

最小 Y 绘图内最小 Y 值，定义绘图的底部边缘。

最大 Y 绘图内的最大 Y 值，定义绘图的顶部边缘。

表面 表面编号，用于定义要使用的界面。

物体 表面为非序列组件表面时，所使用物体的物体编号。

面 面编号，用于定义表面为非序列组件表面时要使用的界面。

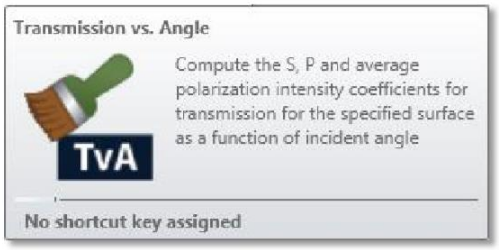
波长 所使用波长的编号。

翻转方向 如果选定表面为非序列组件表面，选择此选项将翻转入射介质和基底。

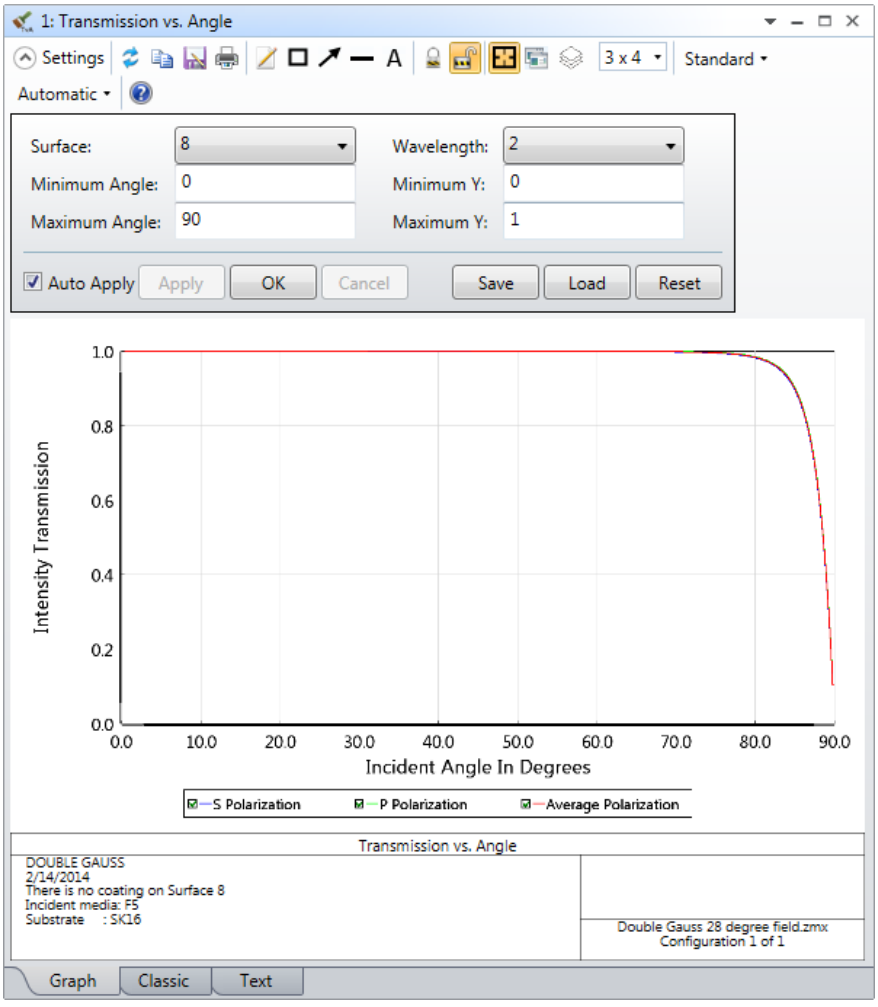
详述 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

[透射率 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）]（Transmission vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)）





计算给定表面下，S、P 偏振光及平均偏振光的透射强度系数随入射光波长的变化关系。

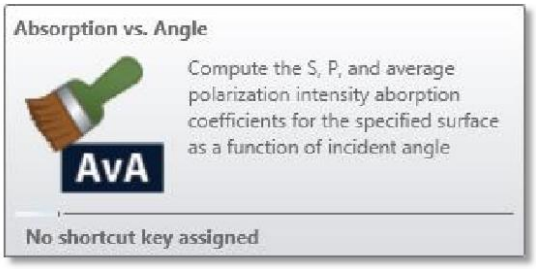


请参阅“反射率 vs. 角度”了解设置信息

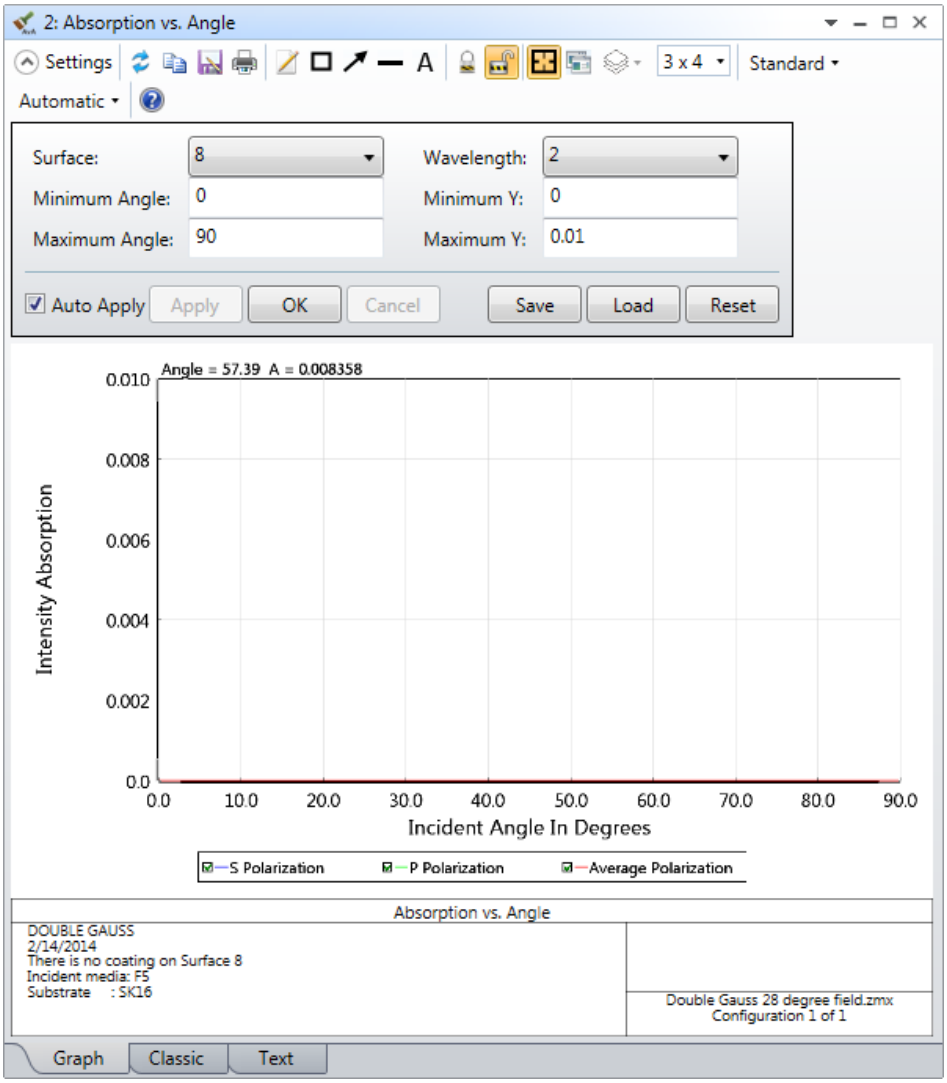
详述　入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

[吸收率 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）]（Absorption vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)）





计算给定表面下，S、P 偏振光及平均偏振光的吸收强度系数随入射角的变化关系。



请参阅“反射率 vs. 角度”了解设置信息

详述 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

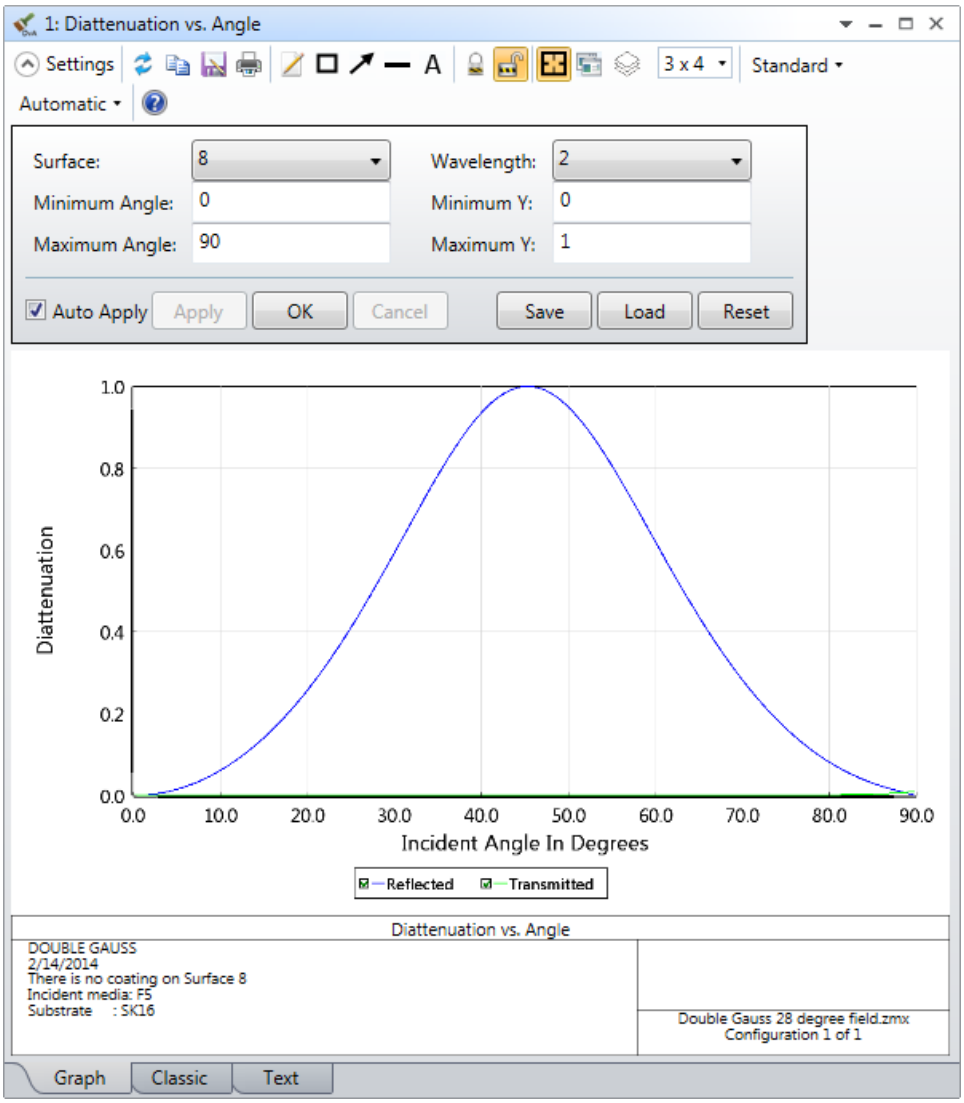
[双向衰减 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）] (Diattenuation vs. Angle

(coatings, polarization and surface physics group))





计算给定表面下，反射双衰减及透射双衰减随入射角的变化关系。

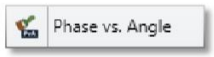


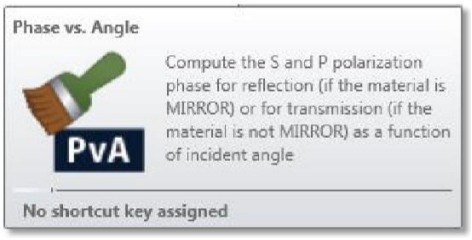
请参阅“反射率 vs. 角度”了解设置信息

详述 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

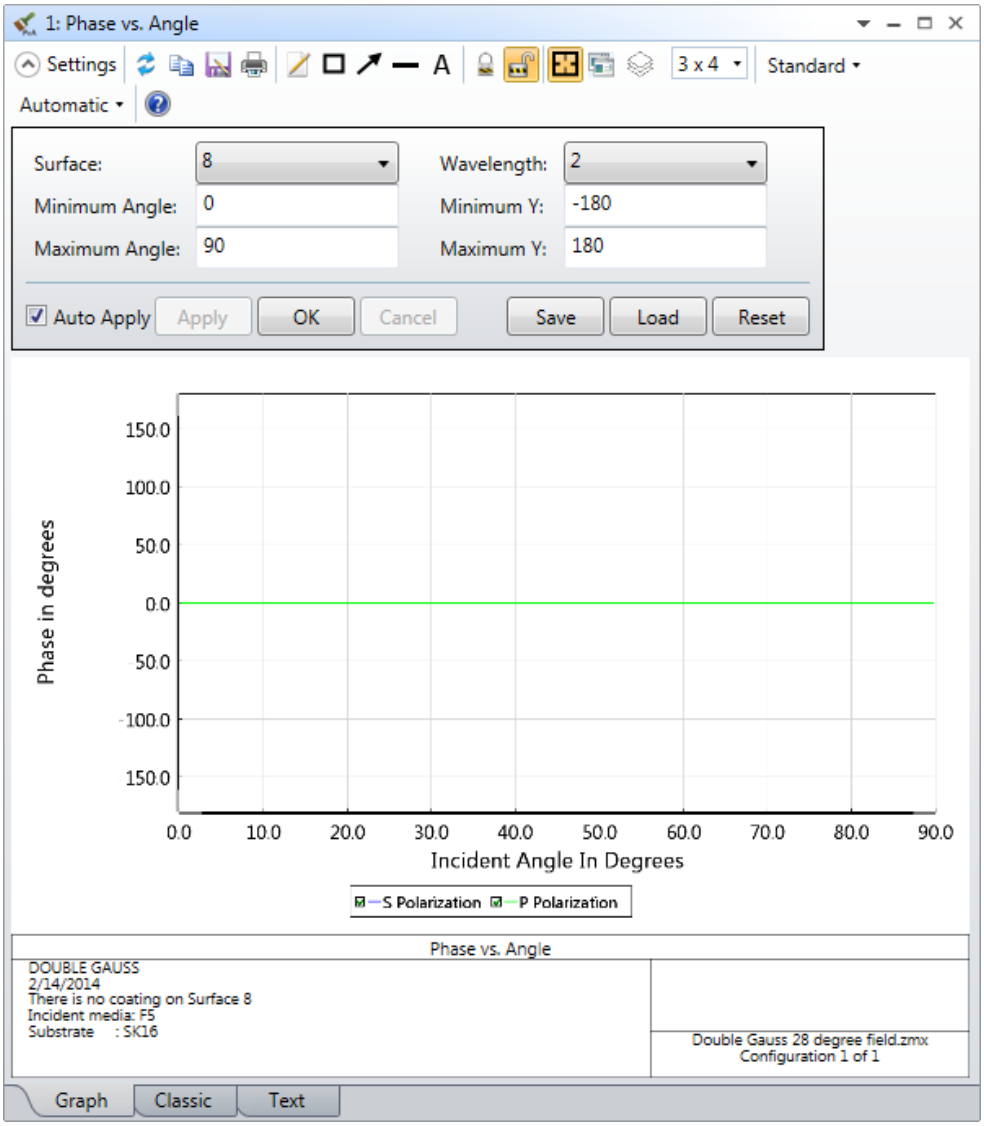
[相位 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）](Phase vs. Angle（coatings,

polarization and surface physics group))





对于序列面，此功能计算 S 偏振光和 P 偏振光的反射相位（如果玻璃为镜面）或透射相位（如果玻璃为非镜面）随入射角的变化关系。对于非序列物体，此功能计算 S 偏振光和 P 偏振光的反射相位（如果材料为镜面）或透射相位（如果材料为非镜面）随入射角的变化关系。

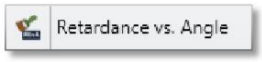


请参阅“反射率 vs. 角度”了解设置信息

详述 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

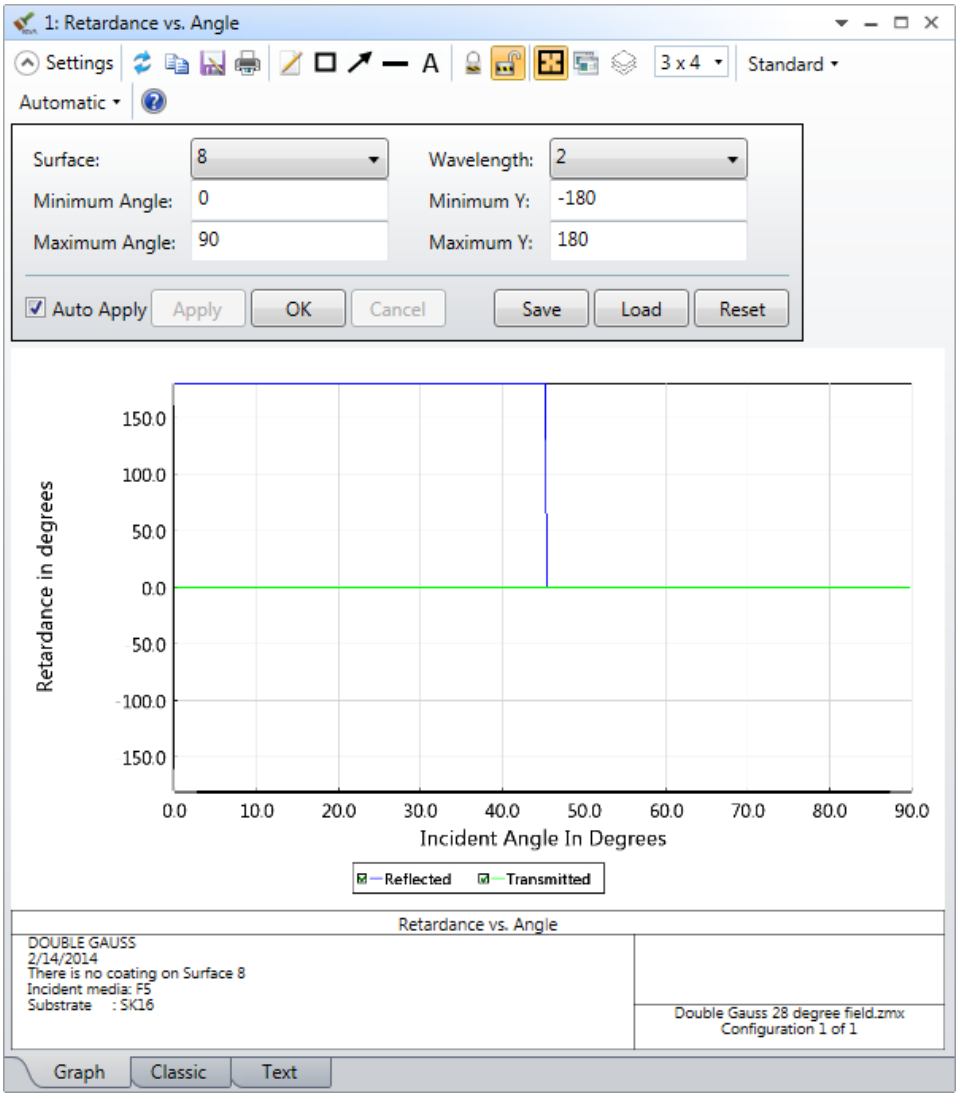
[相位延迟 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）]（Retardance vs. Angle

(coatings, polarization and surface physics group))





计算给定表面下，相位延迟随入射角的变化关系。



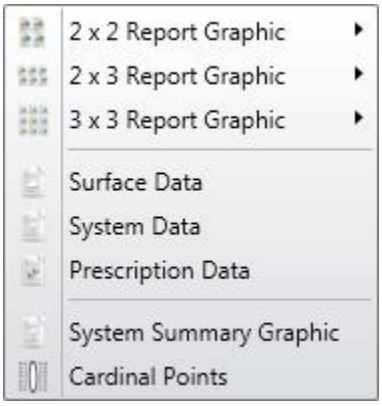
请参阅“反射率 vs. 角度”了解设置信息

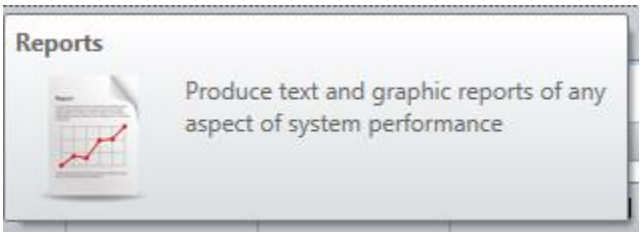
详述 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

报告组（分析选项卡，序列模式用户界面）

Reports Group (the analyze tab, sequential ui mode)

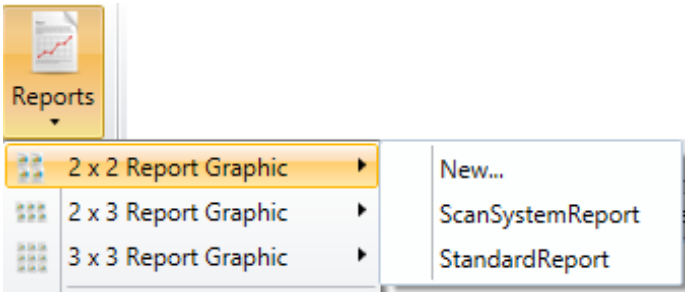




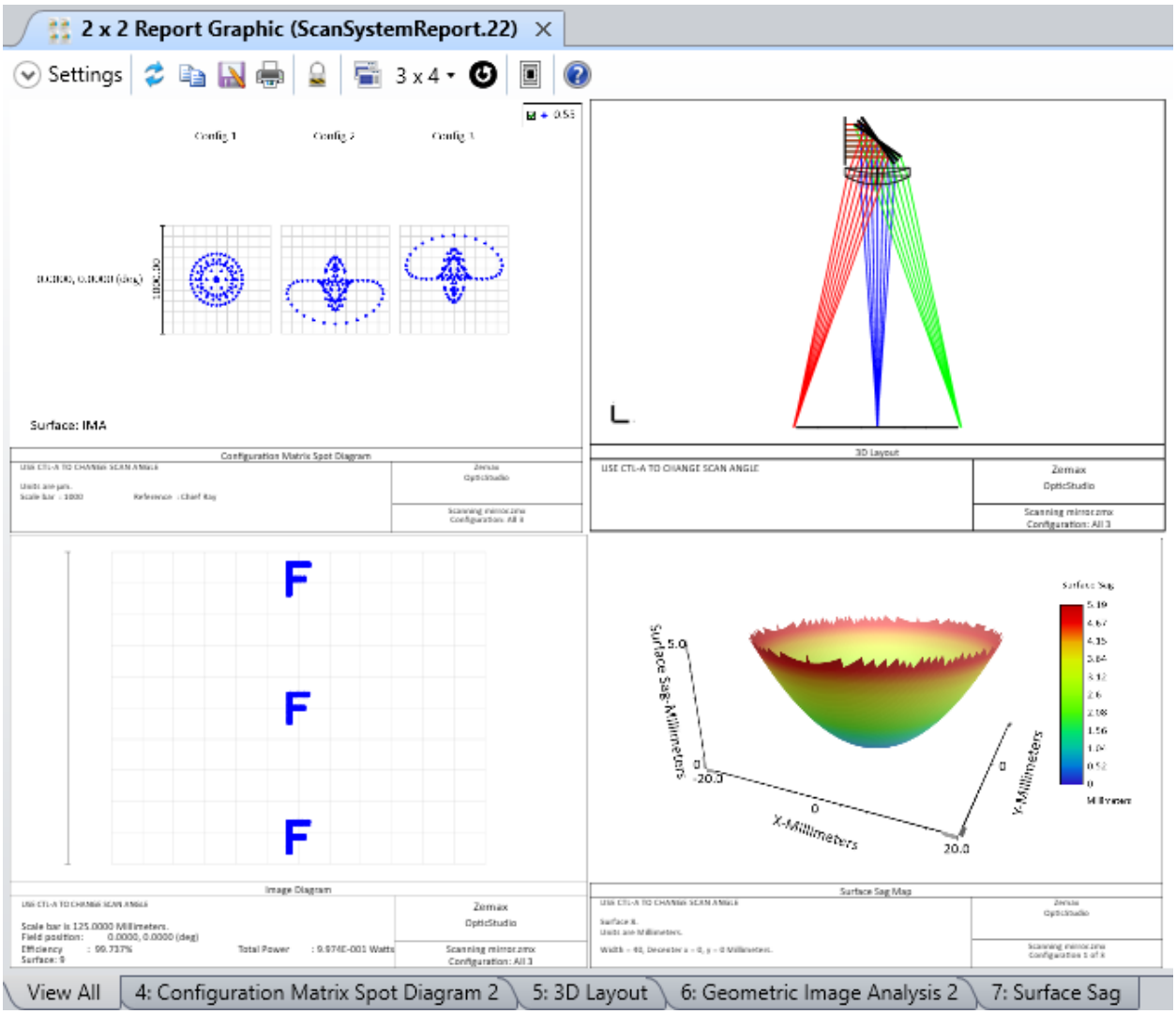


报告图

报告图功能可生成一个图表窗口，可同时显示 4、6 或 9 种分析。



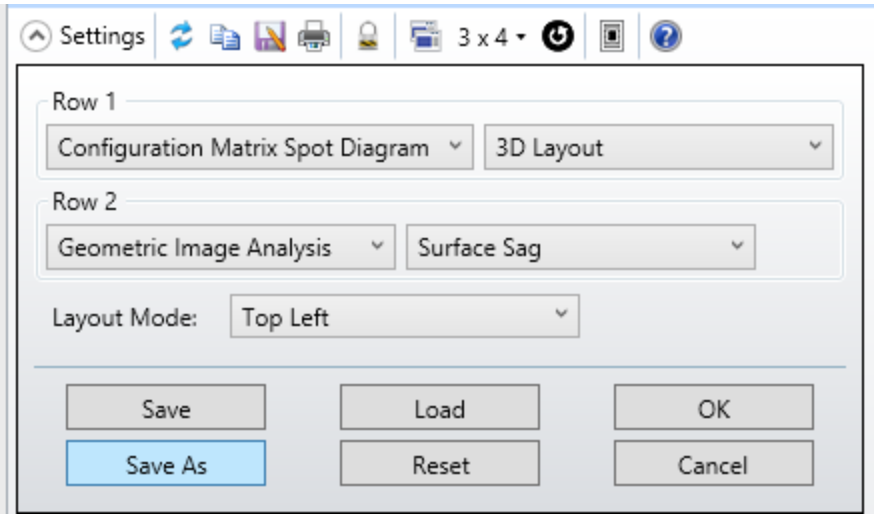
此功能的主要优势是，可将多种分析结果展示在同一页面上，从而创建适当的报告概要、档案文件或宣传资料，并且每个报告都可以自定义和保存，以便根据不同文件轻松生成报告。生成 2x2 报告使用扩展名 .22 进行保存，2x3 报告的扩展名为 .23，而 3x3 报告的扩展名为 .33。



设置

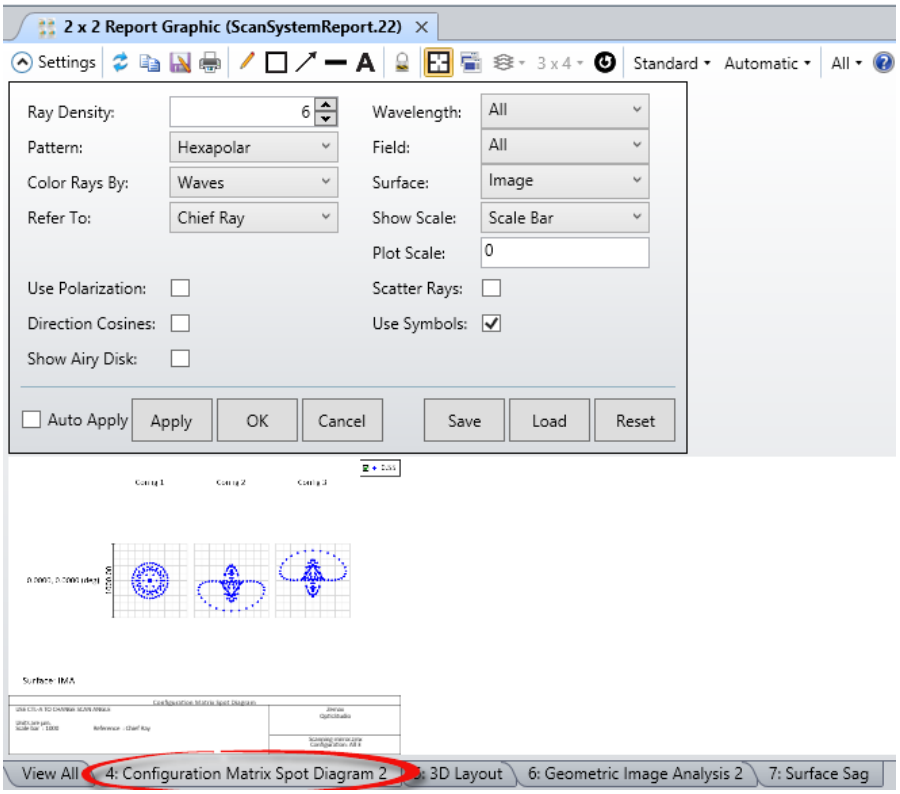
报告图窗口中有下拉菜单，用于选择各位置的绘图和文本分析内容。要将某个分析图选入报告图，并不需要在单独的窗口中进行设置。

要使用用户自定义名称保存报告，请选择设置中的“另存为 (Save as) ”。报告名随后将显示为菜单选项，以便快速重新生成报告。

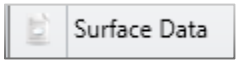


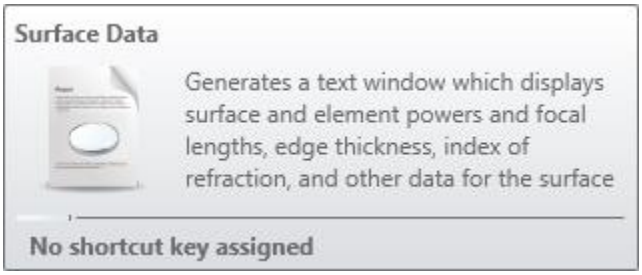
此外，布局图模式允许自定义图像排列方式。选项包括“顶部左对齐”、“居中对齐”和“簇状对齐”。

要在报告图中更改个别分析的设置，请单击窗口底部相应的选项卡。这样可访问每个分析的设置和工具栏。

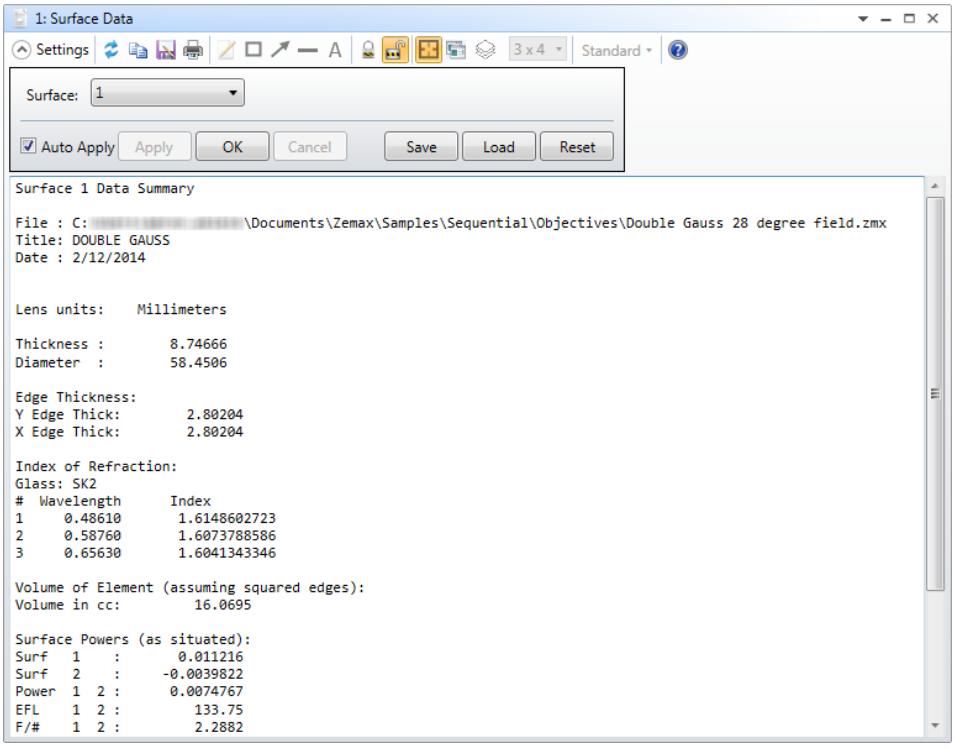


表面数据报告





显示表面数据。



表面　　显示数据所位于的表面的编号。

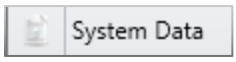
详述

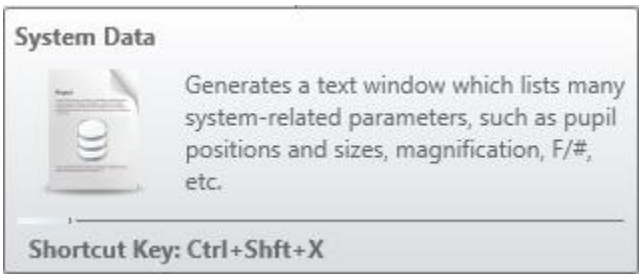
此功能可生成一个文本窗口，显示表面的指定数据。数据包括表面和元件光焦度和焦距、边缘厚度、折射率以及其它表面数据。

如果表面的玻璃类型是“模型”玻璃，则 OpticStudio 将列出根据模型玻璃参数计算的每个定义波长的折射率。还将列出在当前加载的玻璃库中“最佳拟合玻璃”的名称，即折射率在 均方根上与模型玻璃最接近的玻璃的名称。具体而言，OpticStudio 将使用色散公式计算模型折射率和实际玻璃折射率之间差值的平方和作为折射率误差。此总和基于已定义的波长。折射率误差是针对当前玻璃库的每种玻璃计算的，具有最低 RMS 折射率偏差的玻璃将被指定为最佳拟合玻璃。

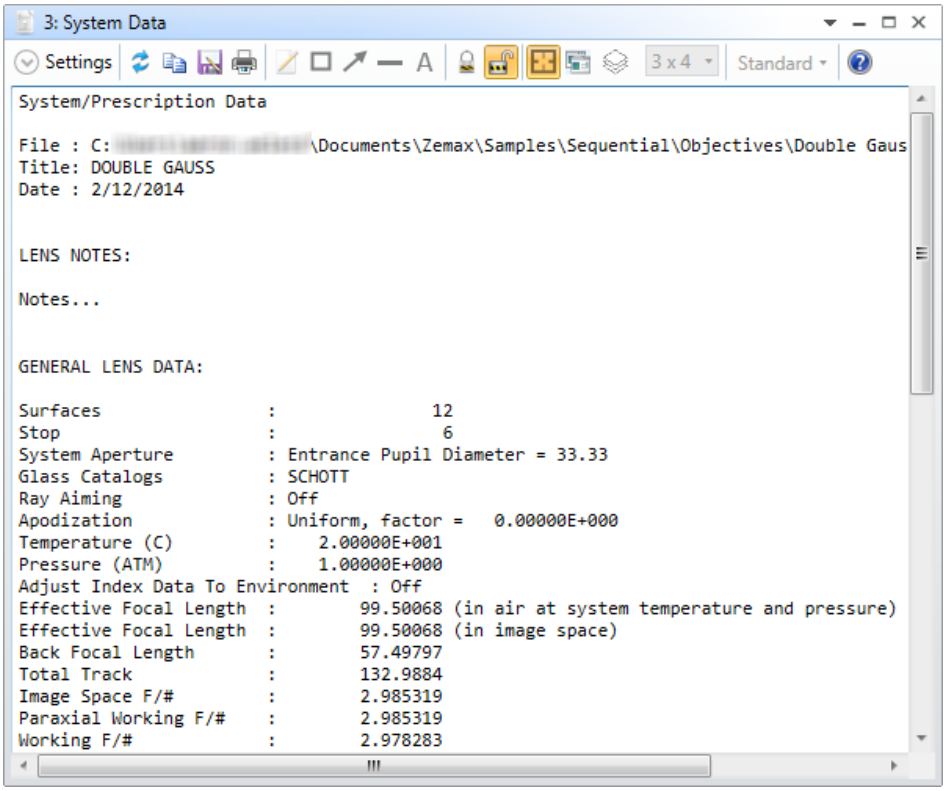
注意：最佳拟合玻璃的 阿贝数可能与模型玻璃不同，这是因为对模型玻璃色散取近似值造成的。由于折射率是物理意义参数，因此使用折射率只是做出玻璃选择。从模型玻璃更改为真实“固定”玻璃时，可使用相同的算法做出选择。关于模型玻璃的更多信息，请参阅“使用模型玻璃 (Using model glasses) ”。

系统数据报告



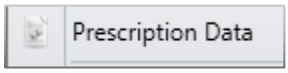


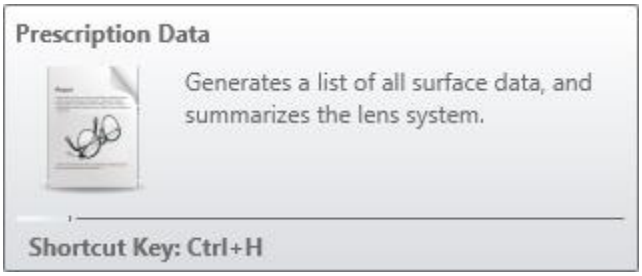
显示系统数据。



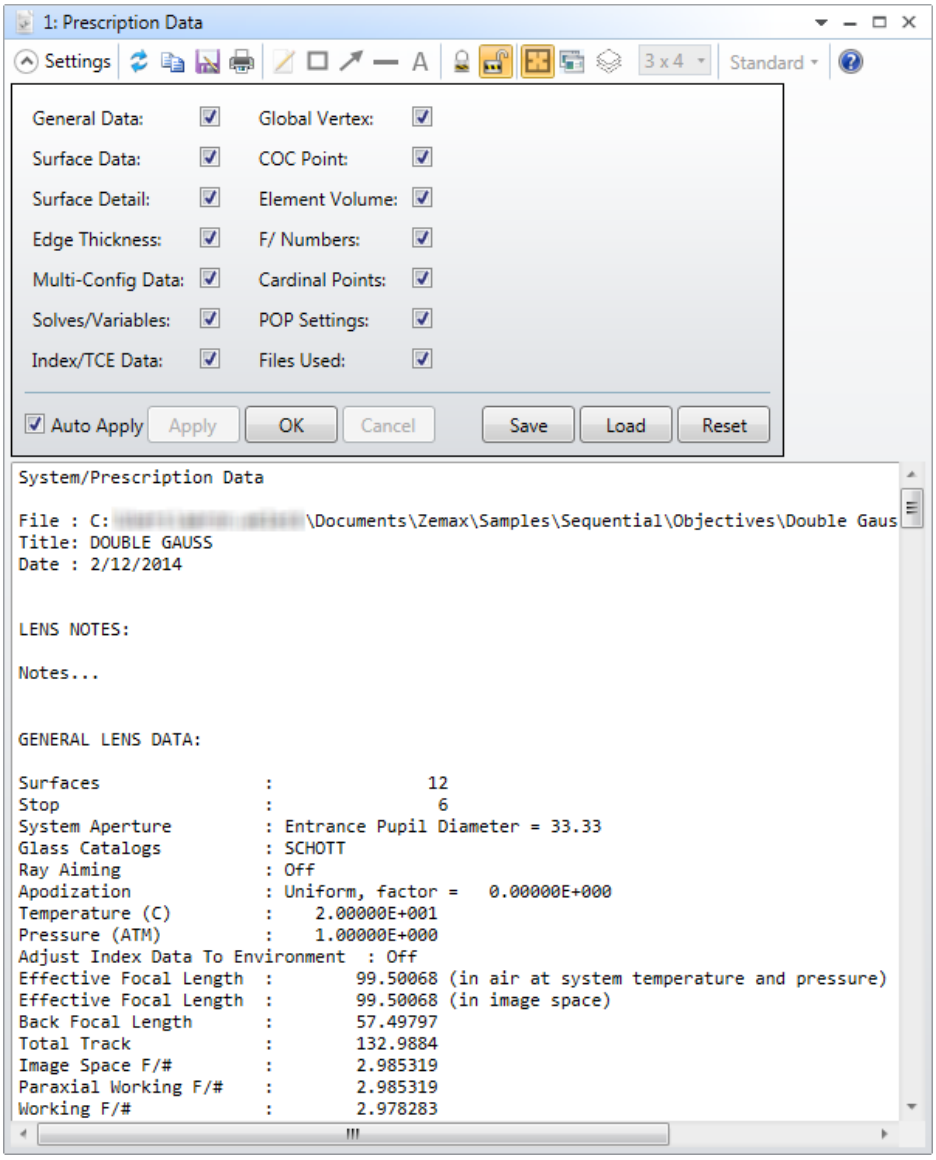
详述 此功能可生成一个文本窗口，其中列出许多系统相关参数，例如光瞳位置和大小、放大率、F 数 等。

分类数据报告（报告组，分析选项卡，序列模式用户界面）





此功能可生成一个包含所有表面数据的列表，并汇总镜头系统数据。此功能可用于展示输出镜头数据编辑器的内容。



通用数据　　包括 F/#、光瞳位置、放大率等。

表面数据　　表面类型、半径、厚度、玻璃、净口径或半直径、圆锥系数。

表面细节　　表面参数数据。NSC 组的全部 NSC 物体数据也列于这部分。

边缘厚度 每一表面的 X 和 Y 边缘厚度。

多重结构数据 多重结构操作数数据。

求解/变量 求解的类型、数据及变量。

折射率/TCE 数据 每个波长/表面的折射率和 TCE 数据。

全局顶点 每个表面顶点的全局坐标和旋转矩阵。请参阅“全局坐标参考面 (Global Coordinate Reference Surface) ”了解有关此数据的详述。

COC 点 旋转对称面曲率中心的全局坐标。表面的半径、位置和方向将用于确定顶点曲率中心点。这个点的位置在校准时十分有用。

元件体积 以 cc、密度和质量为单位表示的体积。请参见下文。

F/ 数 列出适用于每个视场位置和波长组合的有效 F/#。

坐标点 列出焦平面、主平面、反主平面、节平面和反节平面点的位置。

POP 设置 列出物理光学传播功能所使用的各表面设置。

文件被使用 列出光学系统模型所使用的全部文件，包括玻璃数据、宏、扩展编程、CAD 文件、DLL 文件等。

详述 此报告将列出规格数据、折射率、全局坐标、元件体积等。它适用于描述镜头规格。

<u>有关计算元件体积的注解</u>

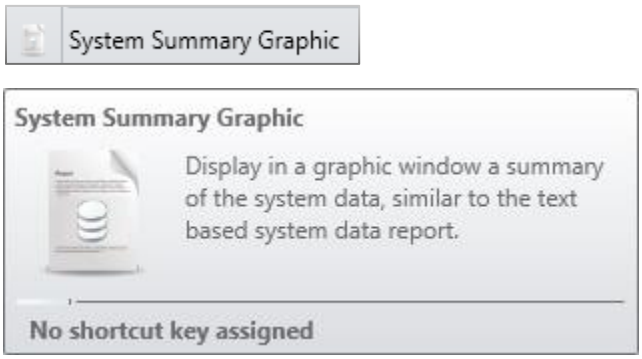
当 OpticStudio 计算圆形边缘的球面或平标准面元件体积时，将假设直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半直径“向上折成直角”。对于此种常见情况，体积计算结果是精确的。

对于其它可能包含非球面、椭圆形、环形或矩形孔径和/或偏心孔径的元件，将使用数值积分技术，以生成精确度约为 0.1% 的近似体积。如果表面为旋转对称，则直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半

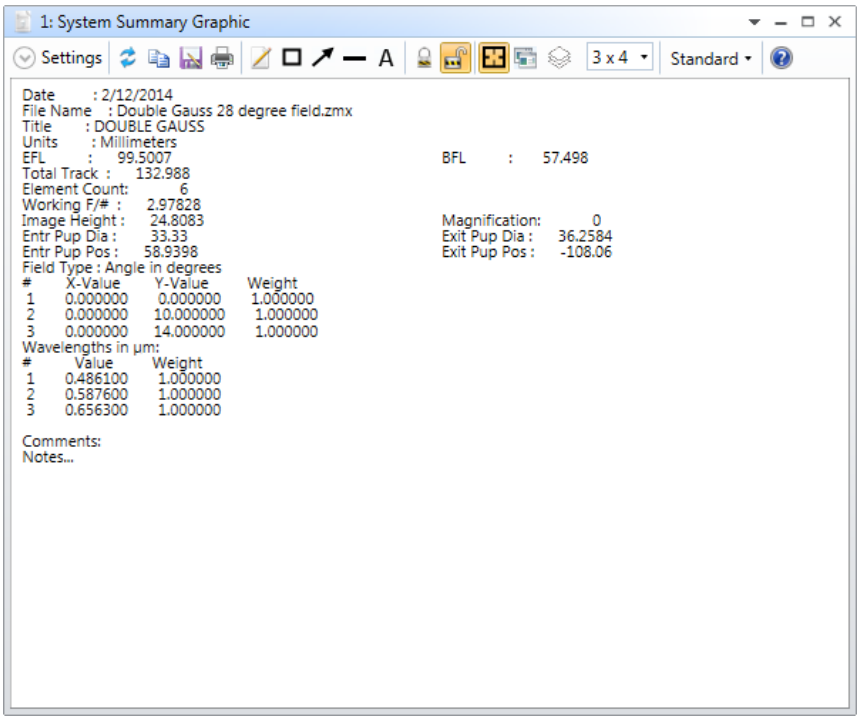
直径“折成直角”。否则，直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半直径“逐渐变厚”。如果报告的体积为零，表示该算法将无法计算出足够精确的体积。如果孔径类型不同，或者具有不同的尺寸或偏心，就会出现这种情况。

计算元件密度时，会从玻璃库中检索某品类玻璃的密度（以 k/cm^3 为单位）。对于渐变折射率面，OpticStudio 假设密度是 3.6 g/cc，此估算可能并不准确。

系统数据摘要

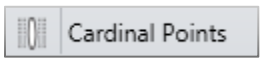


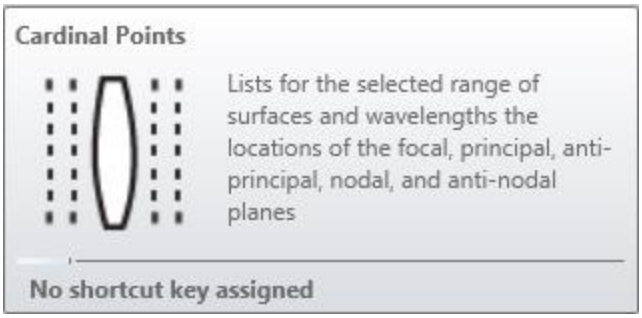
在图表窗口中显示系统数据摘要，类似于文本系统数据报告。



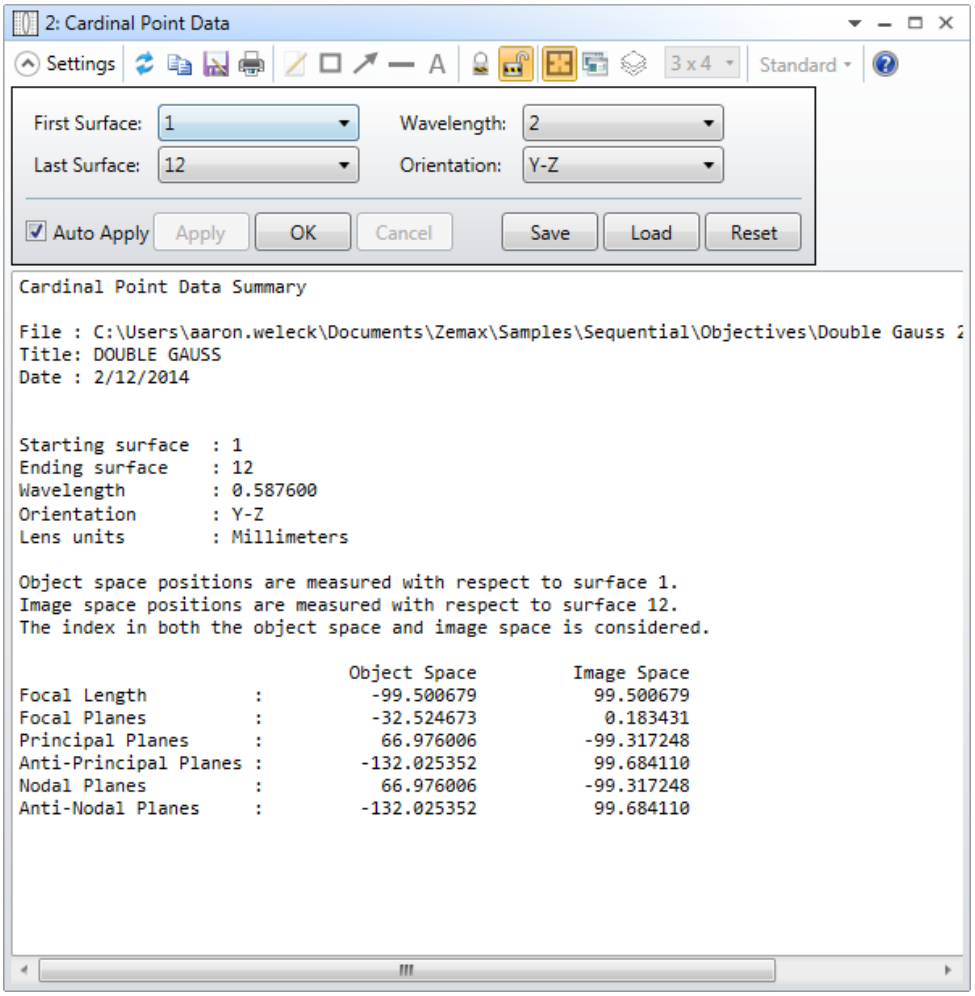
详述 此图主要用于在报告图 4 或 6 功能的页面中显示系统数据概要；如“报告图 4/6 (Report Graphics 4/6) ”所述。

基面数据（报告组，分析选项卡，序列模式用户界面）





此功能可列出选定表面范围和波长的镜头基面数据，如：焦平面、主平面、反主平面、节平面、反节平面。完成针对任何已定义的波长以及 X-Z 或 Y-Z 方向的计算。



起始面 基面数据计算使用的起始面的编号。

终止面 基面数据计算使用的终止面的编号。

波长 计算中使用的波长的编号。

取向 选择计算 YZ 平面还是 XZ 平面中的基面数据。

详述 术语基面（有时称为基点）是指一些特殊共轭位置，在这些位置上，物面和像面具有特定的放大率。基面包括：

- 主平面，此处横向放大率为 +1

- 反主平面，此处横向放大率为 -1

- 节平面，此处角放大率为 +1

- 反节平面，此处角放大率为 -1

- 焦平面，像方空间焦平面的放大率为 0，物方空间焦平面的放大率为无限。

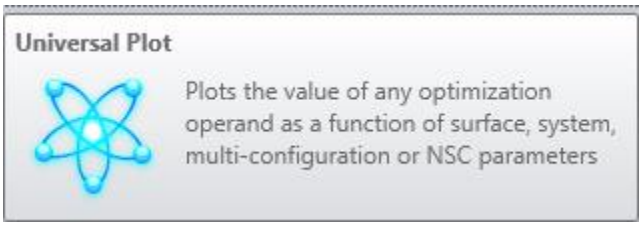
除焦平面外，基面彼此共轭，换言之，像方空间主平面与物方空间主平面共轭，其它基面以此类推。如果透镜在物方空间和像方空间内的折射率相同，则节平面与主平面重合。

物方空间平面是从起始面测量，像方空间平面是从终止面测量。注意：像平面（或终止面）的材料会影响基面数据计算。

如果指定表面范围中包含坐标间断或非中心光学面，则此功能返回的结果可能不可靠。

通用绘图工具（分析选项卡，序列模式用户界面）Universal Plot Group (the analyze tab, sequential ui mode)



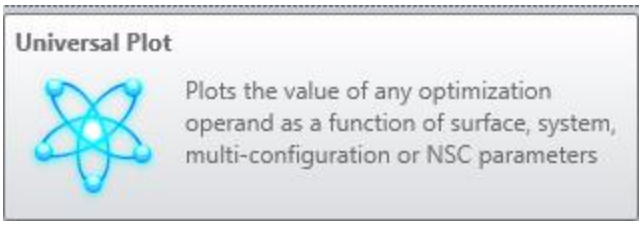


只有 OpticStudio 专业版和旗舰版才提供此功能。

一维通用绘图...







显示为图形或文本，以另一个参数的函数的形式列出任意优化函数操作数。另请参阅“二维通用绘图… (New Universal Plot 2D…) ”。

独立变量 X 设置

选择表面、系统、多重结构或 NSC 数据作为独立变量。

选择要用作独立变量的参数。如果选择表面参数，则可用选项包括半径、曲率、厚度、圆锥系数和参数值。对于系统参数而言，这些选项包括系统孔径、视场和波长编号、切趾因子、温度和压强。对于结构数据，将列出所有多重结构操作数。对于 NSC 数据，将列出物体位置和参数数据。

如果参数与表面关联，则表面编号栏内的数字为独立变量参数的表面编号。如果选择结构数据，则此处数字为结构编号。如果选择 NSC 数据，则此处数字将为物体编号。

起始值/终止值　独立变量的起始和终止范围。

步长数　起始值和终止值（含）之间值的数量，用于计算因变量函数值。

因变量 Y 设置

操作数　用作因变量函数的优化操作数。当前系统评价函数作为“Merit”项也被包含在内。如果在“操作数”列表中选择“Merit”，则可以通过“行”选项选择整个评价函数或任何特定操作数的值。

行　　作为因变量函数的优化操作数（当“操作数”列表中选择“Merit”时）。

Int1/Int2　　选定操作数的 Int1 和 Int2 值。对话框将显示 Int1 和 Int2 值的缩写名，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

Data1-Data4 选定操作数的数据值。对话框将显示这些值的列标题名称，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

最小/最大图形值 因变量 (Y) 函数绘图的最小值和最大值。如果这两个值均为零，则将选择默认比例。如果任何一个值不为零，则该绘图的 Y 范围将为指定的最小值到指定的最大值。如果数据不在指定范围内，则这些数据可能会在数据框边界以外绘图。

图形标题 任何输入的文本均将作为图形或文本列表的标题。

保存为新绘图文件 这会将当前设置保存在由用户指定的一维通用绘图 (UPL) 文件中。可以输入任何可以作为有效文件名的名称。

尽管“浏览”窗口允许将文件保存在任何文件夹中，OpticStudio 只能识别存放在<data>\Miscellaneous 文件夹中的文件 （参阅“文件夹 (Folders) ”）。

保存设置后，文件名将以选项的形式显示在“一维通用绘图”菜单选项内，以供快速重新创建图形。

载入从 这将从以前保存的一维通用绘图 (UPL) 文件中加载设置，该文件由按钮右边的下拉列表指定。

详述

可使用任何优化操作数作为单个系统、表面或多重结构值的函数，绘制对应的函数图，或创建对应的文本列表。

例如，需要空间频率为 30 lp/mm 的弧矢调制传递函数 (MTF) 作为镜头组偏心的函数（可成为分析公差的一个有效诊断方法）。由于 MTFS 操作数会计算弧矢 MTF，因此通用绘图可以生成此类绘图或文本列表。请参阅“优化操作数 (Optimization Operands) ”，获取可用优化操作数的列表。镜头组偏心由相关坐标间断面上的参数 1 或 2 定义，参数 1 和 2 同时列在可用表面组参数中。

由于此功能可以生成众多不同的图表，在独立变量或因变量的设置上均没有智能默认值。这些值需要在设置对话框中谨慎提供。如果无法计算优化操作数，将显示错误消息，并且不会生成图形。

由于很多优化操作数接受 Hx 和 Hy 值以定义计算的视场点，因此这些操作数可能会要求将视场数设置为 1，然后设置 Hx = 0 并且 Hy = 1，最后选择 Y 视场 1 作为独立变量，绘制操作数与视场的函数图表。可以按照类似技巧绘制波长函数的图形。

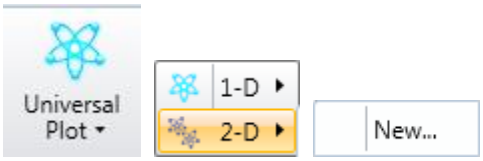
某些独立操作数（例如 DIFF 和 SUMM），若从“操作数”列被选中时，是没有意义的，因为仅在用作评价函数的一部分时，这些操作数才有实际意义。如果需要 DIFF 之类独立操作数的计算结果，应从“操作数”列表中选择“Merit”，再在“行”中单独选择 DIFF 操作数。

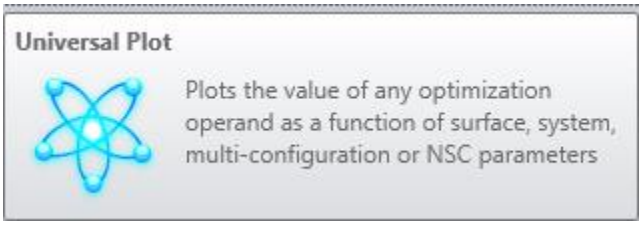
选择由多重结构操作数控制的独立变量时请注意，多重结构操作数将覆盖对独立变量所做的更改。因此，OpticStudio 也会自动更改多重结构操作数上的相应数据。

如果计算耗时过长，按下退出键 (Esc) 将终止分析。

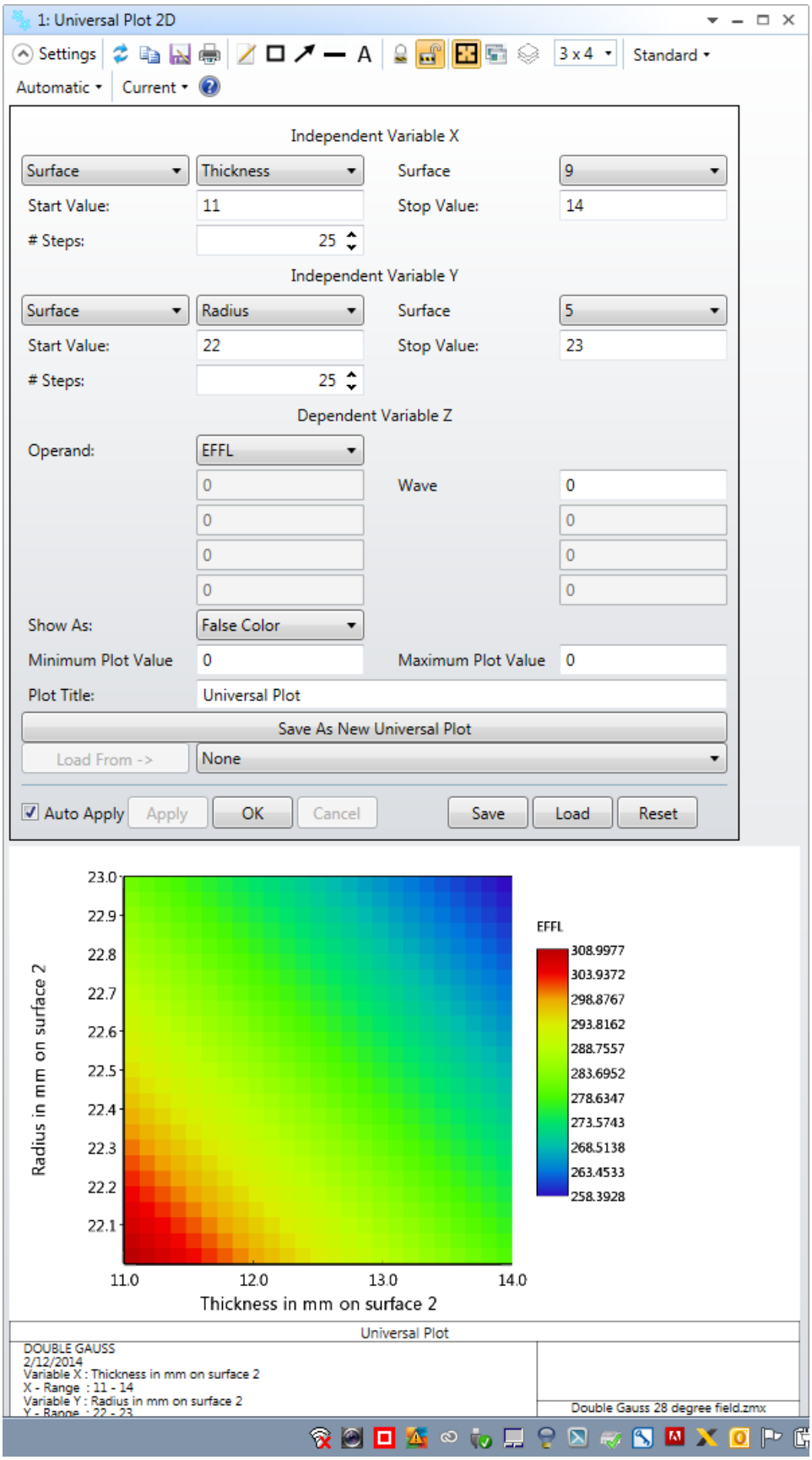
请注意，鉴于通用绘图分析对系统数据的副本同样有效，因此，操纵用户界面的宏命令（例如 CLOSEWINDOW、WINL() 和 GETT()）无效，且不可在通用绘图中使用 ZPLM 操作数调用宏。

新建二维通用绘图...





显示为图形或文本，以一个或两个参数的函数的形式，列出任何优化操作数的值。另请参阅“新建一维通用绘图… (New Universal Plot 1D) ”。


1: Universal Plot 2D
Settings
3 x 4
Standard
Automatic
Current
Independent Variable X
Surface
Thickness
Surface
9
Start Value:
11
Stop Value:
14
Steps:
25
Independent Variable Y
Surface
Radius
Surface
5
Start Value:
22
Stop Value:
23
Steps:
25
Dependent Variable Z
Operand:
EFFL
Wave
Show As:
False Color
Minimum Plot Value
0
Maximum Plot Value
0
Plot Title:
Universal Plot
Save As New Universal Plot
Load From ->
None
Auto Apply
Apply
OK
Cancel
Save
Load
Reset
EFFL
308.9977
303.9372
298.8767
293.8162
288.7557
283.6952
278.6347
273.5743
268.5138
263.4533
258.3928
Radius in mm on surface 2
Thickness in mm on surface 2
Universal Plot
DOUBLE GAUSS
2/12/2014
Variable X : Thickness in mm on surface 2
X - Range : 11 - 14
Variable Y : Radius in mm on surface 2
Double Gauss 28 degree field.zmx

独立变量 X 或 Y 设置

选择表面、系统、多重结构或 NSC 数据作为独立变量。

选择要用作独立变量的参数。如果选择表面参数，则可用选项包括半径、曲率、厚度、圆锥系数和参数值。对于系统参数而言，这些选项包括系统孔径、视场和波长编号、切趾因子、温度和压强。对于结构数据，将列出所有多重结构操作数。对于 NSC 数据，将列出物体位置和参数数据。

如果参数与表面关联，则表面编号栏内的数字为独立变量参数的表面编号。如果选择结构数据，此处数字为结构编号。如果选择 NSC 数据，则此处数字将为物体编号。

起始值/终止值　独立变量的起始和终止范围。

步长数　起始值和终止值（含）之间值的数量，用于计算因变量函数值。最小值是 2。

因变量设置

操作数　用作因变量函数的优化操作数。当前系统评价函数作为“Merit”项也被包含在内。如果在“操作数”列表中选择“Merit”，则可以通过“行”选项选择整个评价函数或任何特定操作数的值。

行　作为因变量函数的优化操作数（当“操作数”列表中选择“Merit”时）。

Int1/Int2　选定操作数的 Int1 和 Int2 值。对话框将显示 Int1 和 Int2 值的缩写名，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

Data1-Data4　选定操作数的数据值。对话框将显示这些值的列标题名称，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

显示设置

显示为　选择表面、等高线、灰度或伪彩色等作为显示选项。

轮廓格式　　轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语句的详述，请参阅“轮廓格式字符串 (The Contour Format String) ”。

最小/最大图形值　　这些选项可定义 Z 方向缩放显示的最小值和最大值范围。如果值正好设置为零，则将选择默认值。要定义零值，请使用很小的数值，例如 1.0E-20。如果定义的绘图比例值不能将结果数据包含在内，则绘图将以裁剪、充满或以其它方式显示，从而导致数据显示失真。这些设置不会对表面或等高线绘图产生任何影响。

图形标题　　任何输入的文本均将作为图形或文本列表的标题。

保存为新通用绘图　　这会将当前设置保存在由用户指定的二维通用绘图 (UP2) 文件中。可以输入任何可以作为有效文件名的名称。尽管“浏览”窗口允许将文件保存在任何文件夹中，OpticStudio 只能识别存放在<data>\Miscellaneous 文件夹中的文件 （参阅“文件夹 (Folders) ”）。

保存设置后，文件名将以选项的形式显示在“通用绘图”菜单选项内，可供快速重新创建绘图。

载入从　这将从以前保存的二维通用绘图 (UP2) 文件中加载设置，该文件由按钮右边的下拉列表指定。

详述

可使用任何优化操作数作为两个系统、两个表面或两个多重结构值的函数，绘制对应的函数图，或创建对应的文本列表。

例如，需要空间频率为 30 lp/mm 的弧矢调制传递函数 (MTF) 作为镜头组 X 和 Y 偏心的函数（可成为分析公差的一个有效诊断方法）。由于 MTFS 操作数会计算弧矢 MTF，因此二维通用绘图可以生成此类图形或文本列表。请参阅“优化操作数 (Optimization Operands) ”，获取可用优化操作数的列表。镜头组的 X 和 Y 偏心由相关坐标间断面上的参数 1 和 2 定义，参数 1 和 2 均列在可用表面组参数中。

由于此功能可以生成众多不同的图表，在独立变量或因变量的设置上均没有智能默认值。这些值需要在设置对话框中谨慎提供。如果无法计算优化操作数，将显示错误消息，并且不会生成图形。

由于很多优化操作数接受 Hx 和 Hy 值以定义计算的视场点，因此这些操作数可能会要求将视场数设置为 1，然后设置 Hx = 0 并且 Hy = 1，最后选择 Y 视场 1 作为独立变量，绘制操作数与视场的函数图表。可以按照类似技巧绘制波长函数的图形。

某些独立操作数（例如 DIFF 和 SUMM）若从“操作数”列被选中时，是没有意义的，因为仅在用作评价函数的一部分时，这些操作数才有实际意义。如果需要 DIFF 之类独立操作数的计算结果，应从“操作数”列表中选择“Merit”，再在“行”中单独选择 DIFF 操作数。

选择由多重结构操作数控制的独立变量时请注意，多重结构操作数将覆盖对独立变量所做的更改。因此，OpticStudio 也会自动更改多重结构操作数上的相应数据。

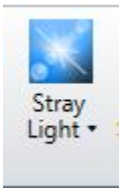
如果计算耗时过长，按下退出键 (Esc) 将终止分析。

请注意，鉴于通用绘图分析对系统数据的副本同样有效，因此，操纵用户界面的宏命令（例如 CLOSEWINDOW、WINL() 和 GETT()）无效，且不可在二维通用绘图中使用 ZPLM 操作数调用宏。

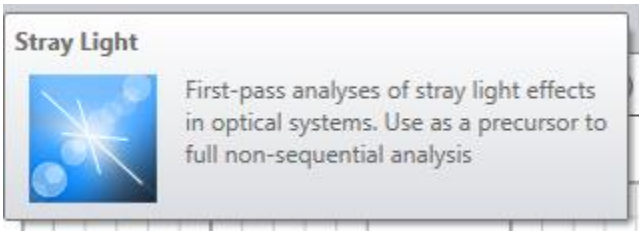
应用分析组（分析选项卡，序列模式用户界面）Applications Group (the analyze tab, sequential ui mode)



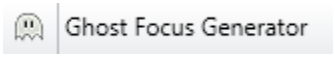
杂散光分析

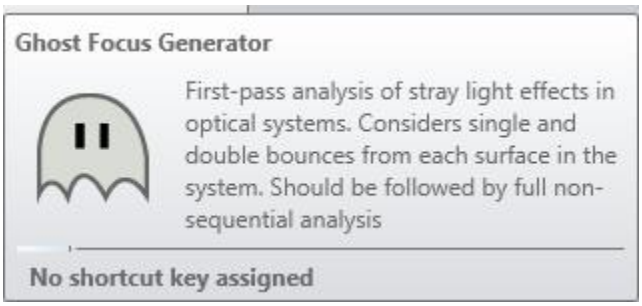

Stray
Light


Ghost Focus Generator
YNI
YNI Contributions

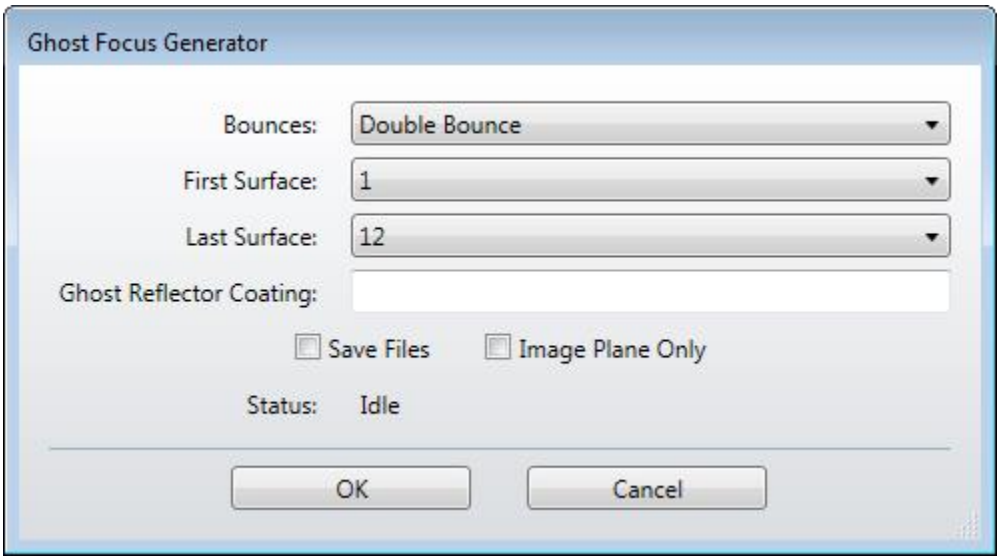

Stray Light
First-pass analyses of stray light effects in optical systems. Use as a precursor to full non-sequential analysis

鬼像分析


Ghost Focus Generator


Ghost Focus Generator
First-pass analysis of stray light effects in optical systems. Considers single and double bounces from each surface in the system. Should be followed by full non-sequential analysis
No shortcut key assigned

鬼像焦点分析。有关鬼像的更多说明，请参阅“鬼像反射 (Ghost reflections) ”。



鬼像反射 选择单次反射或二次反射分析。

起始面 考虑反射的起始面。

终止面 考虑反射的终止面。

保存文件 如果选中，则将计算鬼像光线追迹所使用的文件保存。

仅像面 如果选中，在计算二次反射鬼像时仅显示像面的数据。

鬼像反射膜层 输入膜层名称（如果有），可应用于模拟鬼像从折射光改变为反射光的表面。例如，如果将 1% 反射膜层应用于所有光学面，则输入膜层名称“I.99”，结果将生成一个反射 1% 能量的表面。这样有助于使用偏振光透射分析准确计算鬼像总能量（如果需要）。此示例使用理想膜层，如果膜层模型中已适当定义基底，则真实膜层也可用作鬼像膜层。此功能在使用偏振光追迹和透射功能查看生成和保存的鬼像文件时，可计算详细的透射数据，请参阅“透射 (Transmission) ”。

详述

对于包含坐标间断面或某些特殊表面类型（如非序列组件表面）的系统，此功能可能无法正确工作。使用时仅考虑当前结构。为实现此分析的目的，将关闭无焦模式。

此功能可生成衍生自当前镜头规格数据的镜头文件。生成的文件经设置可令指定表面反射光线，而非折射光线。新建反射面之前的光学系统部分为复制结果，以便光通过这部分光学系统往后传播。此分析旨在检查从任何光学面反射的光线是否会在其它组件上或在焦平面附近形成“鬼像”像面。这些效应对高能激光系统的影响很大，其中聚焦反射会损坏光学系统。同时，鬼像像面也会降低对比度。该功能支持单次以及二次反射。

OpticStudio 的非序列模式中的鬼像分析也可以作为该功能的替代。有关详细信息，请参阅“NSC - 概述 (NSC-OVERVIEW) ”。

对于每个鬼像系统，将列出近轴边缘光线高度、近轴光线 F 数和轴上实际光线 RMS 光斑半径，还将指出可能发生内部聚焦的玻璃表面。对于像面，在进行二次反射鬼像分析时，还将提供近轴边缘光线和主光线高度、像面到鬼像的距离和鬼像系统的 有效焦距 (EFL) 。

生成的镜头文件将存储在名为 GHfffsss.ZMX 文件中，并且这些镜头文件可以打开，以供更多分析使用。fff 是第一个鬼像表面的编号，而 sss 是第二个鬼像表面的编号。例如，GH007002.ZMX 是一个二次反射鬼像分析文件，依次在表面 7 和表面 2 上反射光线。对于单次反射鬼像，只有 fff 编号是非零值。

虚拟面（未定义折射率范围的表面）和镜面不作为候选反射面，但唯一例外的是像面。即使像面上没有折射率变化，也将被视为潜在的第一个反射面。

并非所有鬼像反射结构都可以追迹，偶尔会出现有关全内反射面或完全缺光表面的问题。可能需要打开和修改 GHfffsss.ZMX 文件才能进行详细分析。

如果第一个反射面在光阑之前，则入瞳位置也将得不到正确的计算。在开始生成鬼像分析之前通过以下步骤可轻松解决此问题（仅出于分析鬼像的目的）：

1) 记录入瞳位置和直径。

2) 在表面 1 上创建虚拟面。

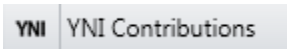
3) 为此新虚拟面提供一个厚度，将其设置为所记录入瞳位置值的负值。

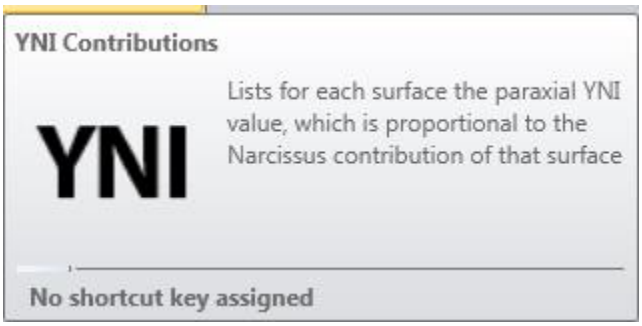
4) 使虚拟面成为光阑面，将入瞳直径设置为所记录的入瞳直径。

5) 仅对有限共轭有效，增加物面厚度，使增加量等于虚拟面厚度。

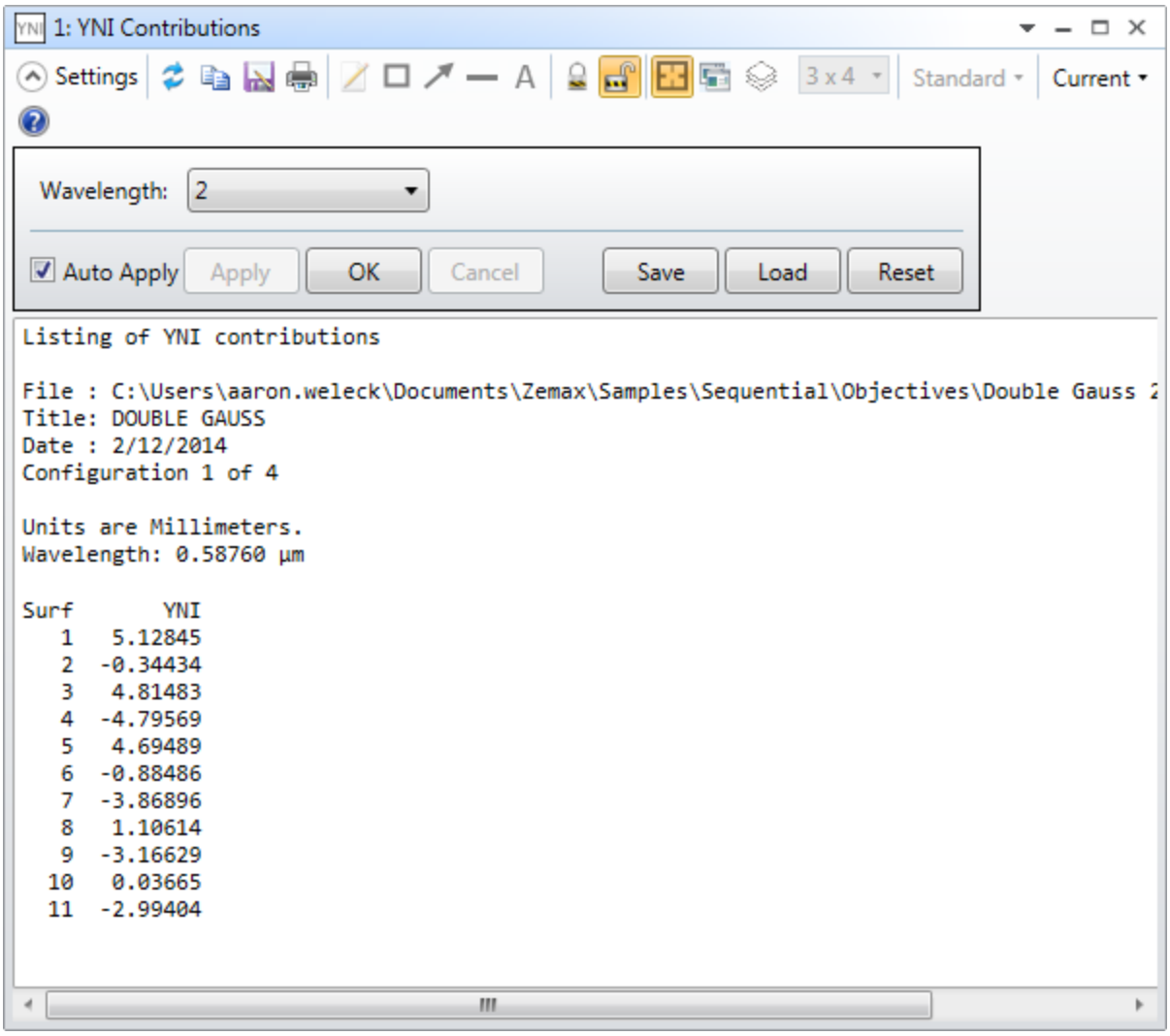
这些步骤将在物方空间中为您提供一个真实的入瞳，并且在光阑面之前的表面上反射光时，将正确追迹光线。对于一般复杂的系统，鬼像分析已非常复杂，因此在解释此分析结果时需格外注意。

YNI 贡献





此功能可列出每一表面近轴 YNI 值，与该表面的 Narcissus 贡献成正比。



波长 计算中使用的波长编号。

详述 在序列模式中，YNI 贡献分析和 YNIP 操作数可提供表面 Narcissus 贡献的一阶近似。

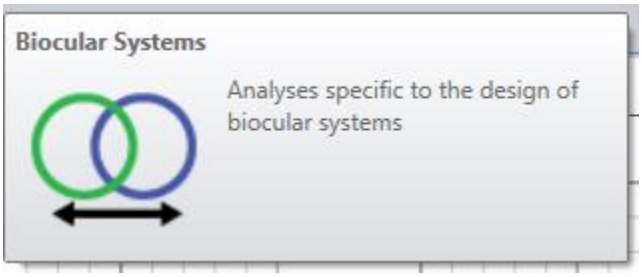
每个表面的 YNI 贡献为近轴边缘光线高度乘以折射率再乘以光线在表面入射角的积，通过 Surf 定义表面序号，Wave 定义波长序号。该量与指定表面的 Narcissus 贡献相关，值越大表示越多贡献量。

有关详述，请参阅“Narcissus: reflections on retroreflections in thermal imaging systems”，《应用光学》期刊出版，第 21 卷，第 18 期，第 3393 页 (1982)。

双目镜分析

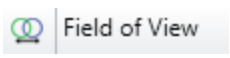


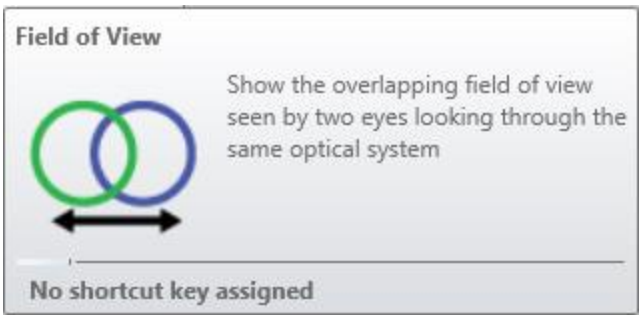




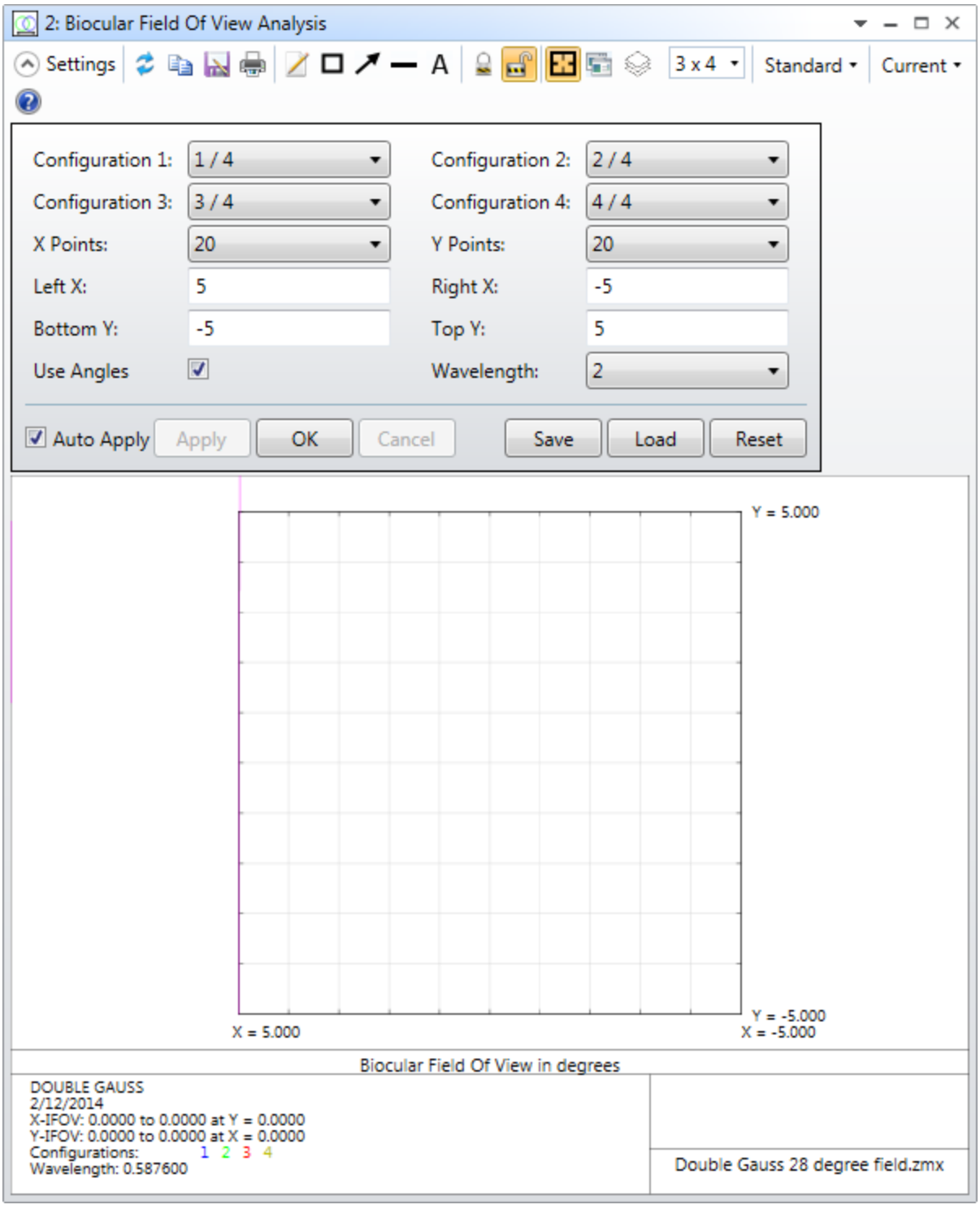
双目镜系统分析，其中双眼可注视同一光通路，以便观察投影的像。

双目镜视场分析





显示最多四个结构的视场。在使用此功能前，请参阅有关重要假设的详述。



结构 1、2、3、4 选择显示视场数据的结构。

X-点数、Y-点数 定义各方向使用的点数。

最左/最右 X　　左右极值，以视场单位为单位。

最上/最下 Y　　上下极值，以视场单位为单位。

使用角度　　如果选中，视场单位是度，否则单位是方向余弦。

波长　　计算中将使用的波长编号。

详述

此功能可显示最多四个结构的视场。视场 (Field of View) 在这一节内容中表示从光阑面（而非物面）发射光线的角度，这些光线在传播到像面的过程中始终未发生渐晕。此功能的主要用途是双目镜分析，即双眼可通过同一光学系统查看以便观察像面投影。为实现此功能，做出以下所有假设：

- 视场可以角度（以度为单位）或方向余弦表示。角度/余弦是按照光阑上的主光线与局部 Z 轴的夹角测量得到的。将忽略光阑面之前的表面。

- 假设像面是眼睛看到的像所在的位置。每个选定结构都应表明一个眼球的位置（通常为偏心的）。

- 应设置眼球位置为偏心的，以使像面 X、Y 坐标在所有结构中可以表示相同的像面光源点。例如，如果像面光源是 CRT，则像面坐标点 (x = 1, y = 2) 应在所有结构中，都对应于 CRT 上的同一物理位置。

- 所有表面的孔径都应固定，以便渐晕视场以外的光线。

通过追迹各结构不同角度的主光线可计算视场。如果光线通过所有孔径，则绘图中与该角度相应的点位于该结构的闭合曲线内部。每个结构都将生成一个闭合曲线，以表示该结构的视场极值。迭代追迹光线，可确定主光线产生渐晕时的准确角度。

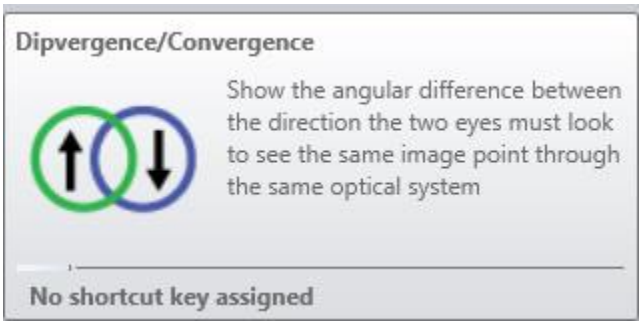
如果视场单位是余弦，则绘图在余弦空间中是线性的，并且 Z 方向余弦将根据 X 和 Y 方向余弦确定。如果视场单位是角度，则主光线的方向余弦将根据 X 和 Y 视场角度使用以下公式确定：

$$\tan(\theta_x) = \frac{l}{n}, \tan(\theta_y) = \frac{m}{n}, l^2 + m^2 + n^2 = 1$$

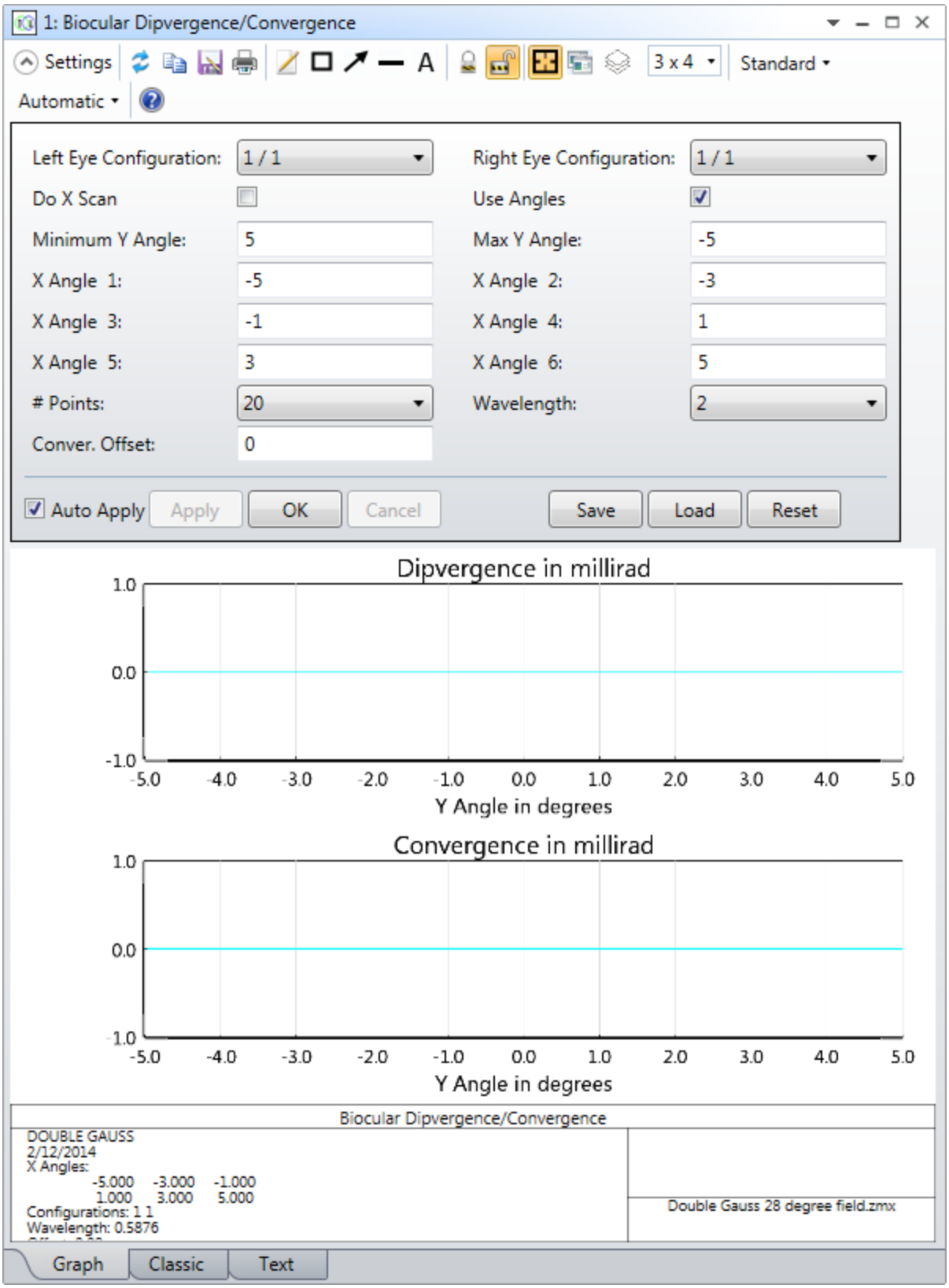
其中 l、m 和 n 分别是 X、Y 和 Z 方向余弦。

双目镜水平/垂直视差分析





显示双目镜分析的水平以及垂直视差分析结果。。


1: Biocular Dipvergence/Convergence
Settings
3 x 4
Standard
Automatic
Left Eye Configuration: 1 / 1
Right Eye Configuration: 1 / 1
Do X Scan
Use Angles
Minimum Y Angle: 5
Max Y Angle: -5
X Angle 1: -5
X Angle 2: -3
X Angle 3: -1
X Angle 4: 1
X Angle 5: 3
X Angle 6: 5
Points: 20
Wavelength: 2
Conver. Offset: 0
Auto Apply
Apply
OK
Cancel
Save
Load
Reset
Dipvergence in millirad
1.0
0.0
-1.0
-5.0 -4.0 -3.0 -2.0 -1.0 0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0
Y Angle in degrees
Convergence in millirad
1.0
0.0
-1.0
-5.0 -4.0 -3.0 -2.0 -1.0 0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0
Y Angle in degrees
Biocular Dipvergence/Convergence
DOUBLE GAUSS
2/12/2014
X Angles:
-5.000 -3.000 -1.000
1.000 3.000 5.000
Configurations: 1 1
Wavelength: 0.5876
Double Gauss 28 degree field.zmx
Graph
Classic
Text

左眼结构　　将结构定义为使用左眼参考眼。

右眼结构　　将结构定义为使用右眼，其双目水平和垂直视差将相对于左眼确定。

做 X 扫描　　如果选中，横跨视场 X 方向进行绘图扫描，否则，横跨视场 Y 方向进行扫描。

使用角度　　如果选中，视场单位是度，否则单位是方向余弦。

最小/最大角度/余弦　　设置 X 或 Y 方向的扫描极值，以余弦空间或度为单位。注意：极值不需要是对称的，并且最小值不需要小于最大值。

X/Y 角度/余弦 1-6　　如果选中“做 X 扫描”，则最多可以选择 6 个 Y 角度/余弦偏移值进行显示。如果未选中“做 X 扫描”，则最多可以选择 6 个 X 角度/余弦偏移值进行显示。要关闭其中一个或多个偏移值，请将值设置为 -99。

点数　在整个扫描中要使用的点数。

波长　计算中将使用的波长编号。

视差偏移　　将从计算的视差值中减去该值。仅允许显示与需求值的偏差。

详述

为此功能做出的假设与为“双目镜视场分析”做出的假设相同。

当使用双眼看双目透镜时，双眼看同一像面点必须注视的方向之间常常存在较小的角向差。垂直（上/下）角被称为垂直视差角。水平（左-右）角被称为会聚角，如果查看者双眼凝视其头部前方的同一点，双眼位置的主光线将会聚，因为光线是面向透镜，远离查看者头部移动的。如果随着光线向透镜方向传播，两条主光线发散，就像看头部后面的虚拟像面点一样，则此角被称为发散角。从计算立场看，会聚角和发散角实际是相同的。OpticStudio 使用通用规约，即会聚角是正值，发散角是负值，因此在后续详述中仅使用会聚角一词，而且规定会聚角是负值时，可将其称为发散角。通常，会聚角比发散角的公差更松，且两个像差的规格要求可能不同。发散角和会聚角都以毫弧度为计量单位，视觉系统的典型极值要求是 1.0 毫弧度级。

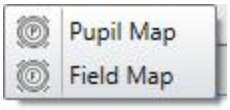
通过在左眼结构中追迹参考光线，对视场内给定点的数据进行计算。然后在右眼结构中追迹相同角度的主光线。通常，右眼光线与左眼参考光线不会落在像面的同一 X, Y 坐标上。OpticStudio 将迭代追迹右眼光线，直至发现与左眼参考光线与像面交点坐标一致的主光线坐标。通常，得到的右眼主光线与左眼参考光线在垂直和水平方向都将形成某角度，这两个角度分别是发散角和会聚角。

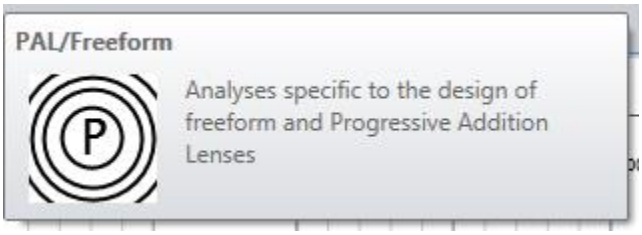
注意：左眼和右眼主光线必须在未出错且未产生渐晕的情况下通过所有表面，计算才有效。如果没有追迹这两条光线，则不会为该视场返回任何数据。两个结构之间的视场重叠对设置适当的最小/最大扫描值很有用，请参阅“双目镜视场分析 (Field of View) ”，了解怎么确定视场重叠。

右眼结构要求的迭代追迹可能会失败。通常是因为无解或者发散角/会聚角太大以致算法不稳定。迭代追迹失败一般表现为绘图出现缺口或不连续。

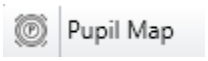
PAL/Freeform 分析

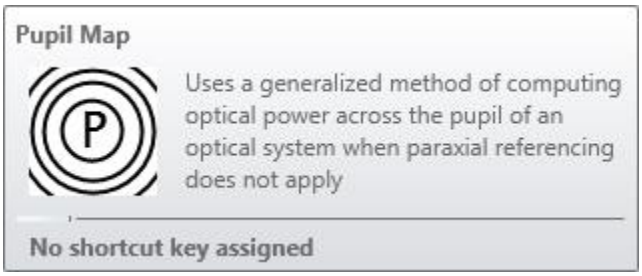




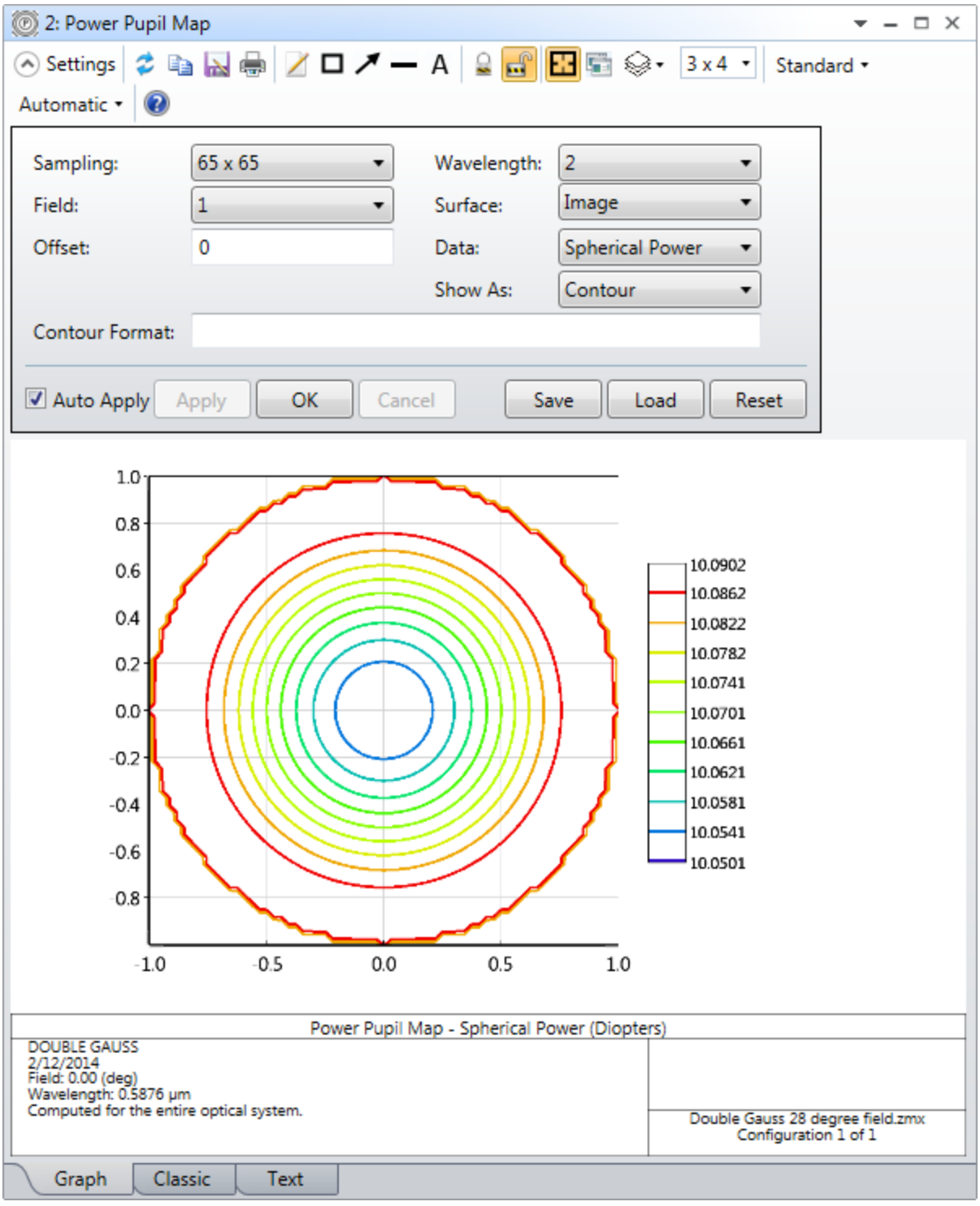


光瞳光焦图





此功能可计算随光瞳位置变化的光焦度或有效焦距。另请参阅“视场光焦图 (Power Field Map) ”。



采样　　分析中使用的矩形网格的尺寸。

视场　　执行计算的视场编号。

偏移　　添加至计算数据的用户自定义偏移值。

波长　　分析中使用的波长编号。

表面　　带有光焦度的最后一个表面。将系统作为一个整体计算光焦度和 EFL 数据时，最多可包括此平面的折射率进行计算。请参阅下面的详述。

数据　　要计算的数据。选项包括球面光焦、柱面光焦、最大光焦、最小光焦、子午光焦、弧矢光焦、Y 光焦、X 光焦和像散光焦（X 轴减 Y 轴），上述均以屈光度为单位；或以镜头单位表示的 X 与 Y 方向的有效焦距（EFL）。

显示为　选择表面、等高线图、灰度或伪彩色等作为显示选项。此外，还提供横跨 X 轴或 Y 轴方向的视场扫描。

轮廓格式　　轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串（The Contour Format String）”。

详述

此功能可计算随光瞳坐标变化的光焦度或焦距。将光学系统作为一个整体确定光焦度或焦距时，可包括任意平面的折射率。所使用的方法是，追迹光瞳内各点中心参考光线周围的实际光线环。使用光线数据确定每个光瞳位置的焦距。再用此焦距计算镜头光焦度，以屈光度（米的倒数）为单位。通常情况下，焦距随方向变化而变化。通过追迹光线环，可以确定参考光线周围光焦度或焦距的平均值、最大值和最小值。根据此数据，可以计算多种类型的光焦度。注意：根据这些项的不同用途，此功能使用的定义可能会有所不同。

可根据光线环的平均光焦度确定球面光焦度。最大和最小光焦度是光线环得出数据的极值。柱面光焦度被定义为最大光焦度与最小光焦度之差。注意：使用此定义时，柱面光焦值始终是正值。对于柱面，报告的有效焦距值是最大焦距和最小焦距之差。对于像散有效焦距，报告的值是 X 方向焦距和 Y 方向焦距之差。

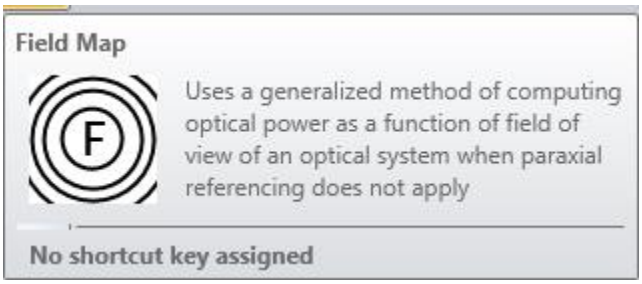
此功能还可用于计算子午方向或弧矢方向的光焦度。在此，子午方向的平面包含物方空间中的主光线和局部坐标 z 轴。弧矢方向与子午方向正交。此外还可以计算 Y 方向和 X 方向光焦度。这些方向是根据入瞳的局部坐标方向定义的。像散光焦度被定义为 X 方向光焦度和 Y 方向光焦度之差。

表面设置应定义所测定透镜部分有光焦度的最后一个表面。建议将此设置手动设为正确的值，而不使用默认的“像面”设置。因为这样可以使用精确的光线追迹计算光焦度，并且最准确的数据是从最后一个光焦面折射后直接产生的光线数据。如果光线穿过透镜传播的距离很长，OpticStudio 可能无法正确解析某些模棱两可的情况。

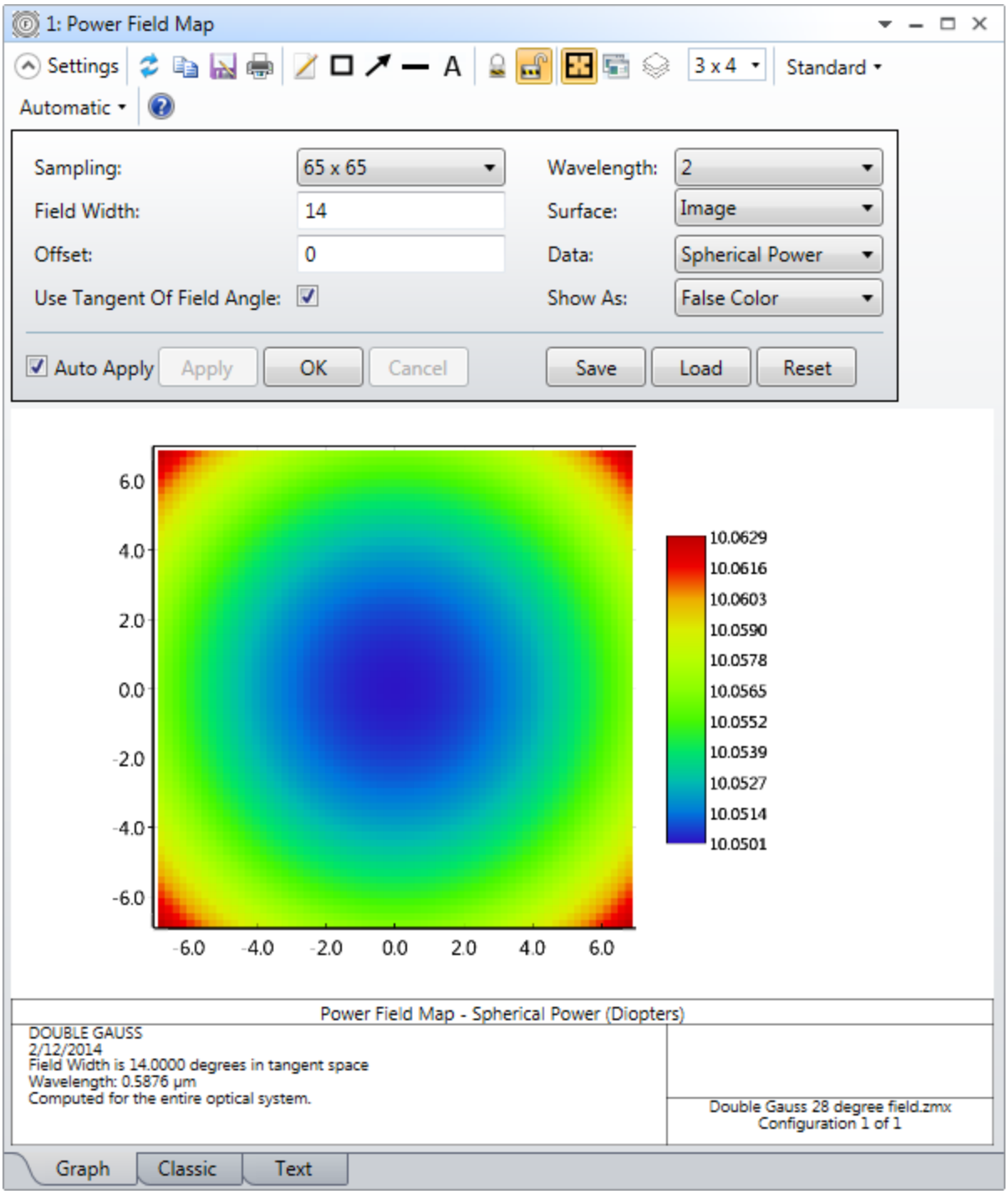
“偏移”值是用户自定义添加到所有计算数据中的值。此功能可用于评估相对于某些用户自定义的参考值的偏差。

视场光焦图





此功能可计算随视场位置变化的光焦度或有效焦距。此功能的常见应用是渐进多焦点镜头 (Progressive Addition Lens, PAL) 的球面和柱面光焦度的分析。另请参阅“光瞳光焦图”。



采样　　分析中使用的矩形网格的尺寸。

视场宽度　　视场全宽（以视场单位为单位）。

偏移　　添加至计算数据的用户自定义偏移值。

波长　　分析中使用的波长编号。

表面　　带有光焦度的最后一个表面。将系统作为一个整体计算光焦度和 EFL 数据时，可包括此平面的折射率进行计算。请参阅下面的“详述”。

使用视场角正切值　　如果选中，并且视场类型是角度（以度为单位），则显示的数据空间分布与视场角正切值（而非视场角）成正比。

数据　　要计算的数据。选项包括球面光焦、柱面光焦、最大光焦、最小光焦、子午光焦、弧矢光焦、Y 光焦、X 光焦和像散光焦（X 轴减 Y 轴），上述均以屈光度为单位；或以镜头单位表示 X 与 Y 方向的有效焦距 (EFL) 。

显示为　选择表面图、等高线图、灰度或伪彩色等作为显示选项。此外，还提供横跨 X 轴或 Y 轴方向的视场扫描。

轮廓格式　　轮廓格式字符串。若要了解有关轮廓格式字符串语法的详述，请参阅“轮廓格式字符串 (The Contour Format String) ”。

详述

此功能可计算随视场坐标变化的光焦度或焦距。将光学系统作为一个整体确定光焦度或焦距时，可包括任意平面的折射率。所使用的方法是，追迹视场各点主光线周围的实际光线环。使用光线数据确定每个视场位置的焦距。再用此焦距计算镜头光焦度，以屈光度（米的倒数）为单位。通常情况下，焦距随入瞳中的方向变化而变化。通过追迹光线环，可以确定光瞳周围光焦度或焦距的平均值、最大值和最小值。根据此数据，可以计算多种类型的光焦度。注意：根据这些项的其它不同用途，此功能使用的定义可能会有所不同。

可根据入瞳的平均光焦度确定球面光焦度。最大和最小光焦度是光瞳的极值。柱面光焦度被定义为最大光焦度与最小光焦度之差。注意：使用此定义时，柱面光焦值始终是正值。对于柱面，报告的有效焦距值是最大焦距和最小焦距之差。对于像散有效焦距，报告的值是 X 方向焦距和 Y 方向焦距之差。

此功能还可用于计算子午方向或弧矢方向的光焦度。在此，子午方向的平面包含物方空间中的主光线和局部坐标 z 轴。弧矢方向与子午方向正交。此外还可以计算 Y 方向和 X 方向光焦度。这些方向是根据入瞳的局部坐标方向定义的。像散光焦度被定义为 X 方向光焦度和 Y 方向光焦度之差。

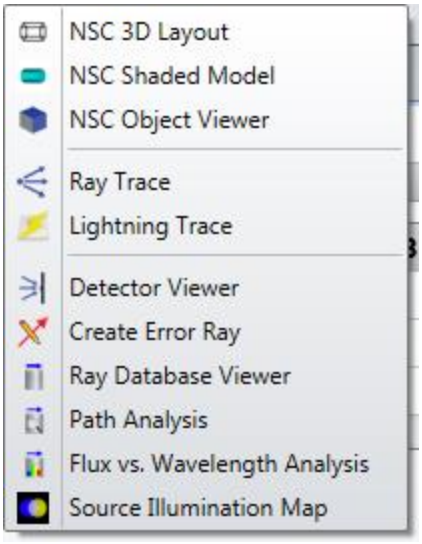
表面设置应定义所测定透镜部分有光焦度的最后一个面。建议将此设置手动设为正确的值，而不使用默认的“像面”设置。因为这样可以使用精确的光线追迹计算光焦度，并且最准确的数据是从最后一个光焦面折射后直接产生的光线数据。如果光线穿过透镜传播的距离很长，OpticStudio 可能无法正确解析某些模棱两可的情况。

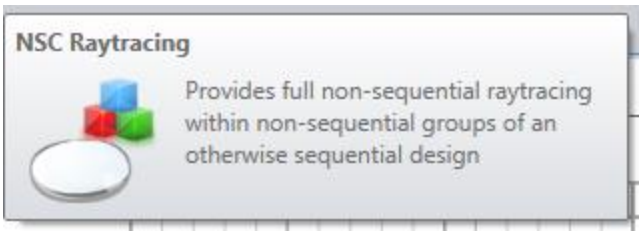
“偏移”值是用户自定义添加到所有计算数据中的值。此功能可用于评估相对于某些用户自定义的参考值的偏差。

要针对特定光焦度优化透镜，请参阅 POWF 优化操作数。

非序列追迹







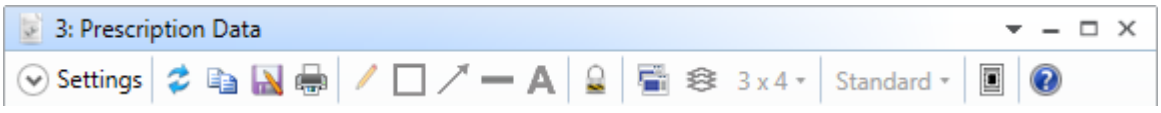
图形和文本窗口操作（Graphics and Text Windows Operations）

OpticStudio 内有多种分析窗口，每种窗口都有不同的工具栏和右键菜单选项。本节将说明不同的工具栏功能和交互选项。

工具栏按钮功能

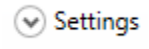
下面是不同分析窗口工具栏的截屏：







下面是所有工具栏图标及其相关功能的列表：



设置　　打开分析设置的窗口。



更新　　使用编辑器中的当前值刷新分析窗口

复制　　将数据复制到剪贴板

另存为　　将数据另存为文件

打印　　打印此窗口



注释　　有关详细信息，请参阅“使用注释功能 (Using the annotation feature) ”。“注释”下的项目包括：

编辑　　允许对注释进行扩展编辑

方框　　在图形窗口内绘制方框

箭头　　绘制终点有方向箭头的线段。

线　　在图形窗口内绘制一条线段

文本　　在图形窗口内提示输入并绘制文本。



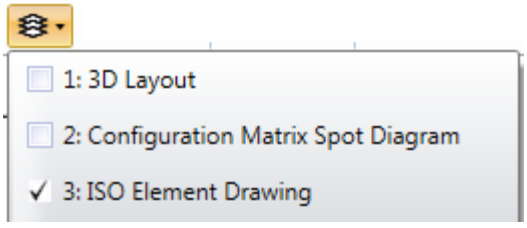
窗口锁定/窗口解锁　　如果选择窗口锁定，则窗口将转换为“静态”窗口，不能更改其中的数据。锁定窗口中的内容可以被打印，复制到剪贴板或保存到文件中。此功能的应用是比较不同镜头文件的结果。一旦窗口被锁定，窗口内容将不再更新，因此可以对随后加载的任何新镜头文件进行分析，并与锁定窗口的结果做比较。一旦窗口被锁定，在解锁之前，窗口内容无法被更新。



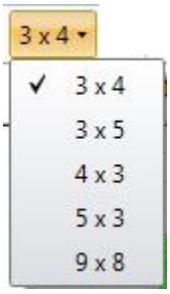
窗口光标　　当光标位于显示图的“活动”区域时，选中窗口标题栏中的窗口光标后，可显示光标当前指向位置的坐标值。在大多数 X vs. Y 类型的绘图上，显示值的含义都很明显。在某些绘图（例如三维布局图）上，显示图像是三维物体在二维平面上的投影。如果旋转像面，投影图像呈现的窗口光标显示值将为无意义的坐标数据。并非所有绘图都支持窗口光标。默认情况下，窗口光标处于“关闭”状态，但可以点击选择此选项打开和关闭。创建新绘图窗口时，可以将窗口光标设置自动启用或关闭，在“设置 (Setup) ”选项卡中“配置选项 (Project Preferences) ”的“绘图 (Graphics) ”菜单内可进行此设置。



窗口复制　　此选项可打开一个新窗口，其设置和显示数据均与当前窗口相同。此功能可实用地根据原始窗口中的设置创建新窗口。复制的窗口在创建后与任何其它窗口一样，可以独立于源窗口进行更新，或更改设置。



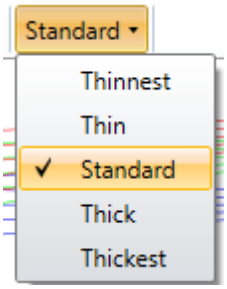
动态叠加　　提供所有已打开图形窗口的列表。可以选择其中任何窗口，以便叠加为当前显示数据。叠加功能很有用，可比较两个相似的绘图或布局图，以检测细微改变量。



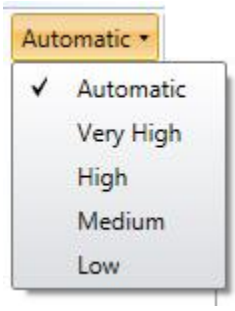
纵横比　　可以选择的纵横比包括 3 x 4（高 x 宽）、3 x 5、4 x 3 或 5 x 3 等，第一个值是默认值。后两个值的高度比宽度大。可以在“设置 (Setup) ”选项卡中“配置选项 (Project Preferences) ”设置的“绘图 (Graphics) ”菜单上设置默认纵横比。



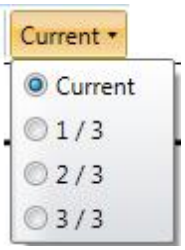
整屏显示　　将缩放比例重置为原始设置。



绘图线宽　　设置分析窗口绘图线宽



分辨率　定义当前绘图的分辨率。此选项很有用，可在调整窗口大小时，控制绘图的可读性。要使小窗口更易于阅读，请使用较低的分辨率。



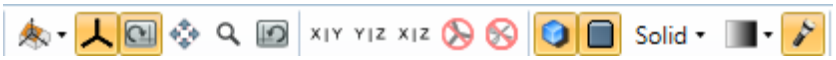
结构　　设定显示哪个结构。仅当有多重结构，并且分析设置中没有结构选项时，才显示此工具栏图标。



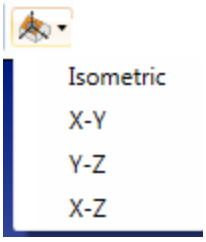
自动换行　　文本根据窗口宽度自动换行。对于长文件，还可以提高滚动浏览速度。



帮助　　通过该按钮获取更多帮助



实体模型查看器控件



相机视图　调整相机方向，以在等轴测视图或平面视图中查看物体。



显示坐标轴　　显示坐标轴方向



鼠标控件选项

旋转　　使用鼠标左键拖拽以自由旋转实体。

平移　　使用鼠标左键拖拽以上/下/左/右平移实体。

缩放　　使用鼠标左键拖拽以选择矩形缩放区域。

平摇　　使用鼠标左键拖拽以在平面内转动实体。

其它相机控件　除使用下拉菜单中的相机控件选项以外，还可以使用鼠标和/或键盘手动操纵相机。

鼠标中键单击和拖拽：平移相机

鼠标滚轮：缩放相机

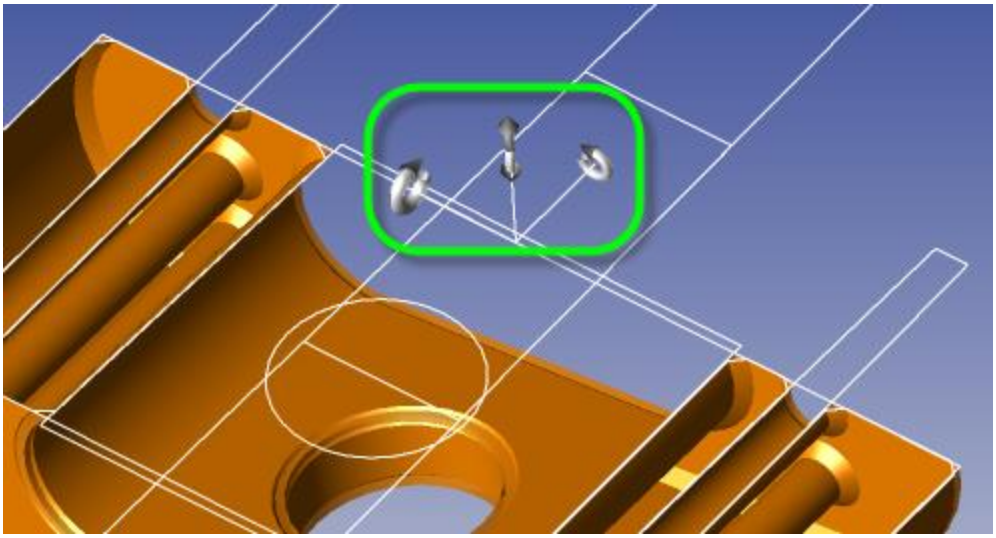
向左箭头键和向右箭头键：顺时针或逆时针旋转整个场景

向上箭头键和向下箭头键：沿 X 轴旋转物体

上页和下页键：沿 Y 轴旋转物体

X|Y Y|Z X|Z

剖面图　沿 X/Y、Y/Z 或 X/Z 方向启用剖面图。
使用剖面图时，将打开剖切轴操纵器。这些操纵器允许旋转和平移/镜像剖切面。



隐藏剖切轴　　隐藏剖切轴操纵器。



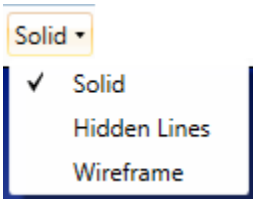
隐藏剖切面　　隐藏剖切面的显示，但使其保持激活状态。



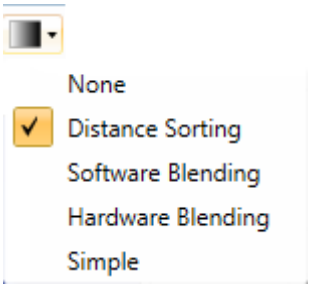
显示阴影　基于当前照射位置对光学系统绘制阴影。



阴影着色　设定开启或关闭平滑阴影。



渲染　　在“实体渲染”、“隐线图”和“网格图”之间更改渲染选项



透明渲染　　渲染半透明物体的选项。这些选项完全基于物体颜色和透明度，仅适用于实体模型视图。

无　　所有物体均绘制成完全不透明。

按距离排序（默认值）

所有物体先按相机的 Z 轴距离进行排序，然后一次性计算透明度。

这样可能导致发生物体重叠，或者较远物体部分遮挡较近物体的现象。

此方法在许多情况下都有效，并且渲染速度较快。

软件透明渲染　使用基于软件的 Painter 算法完成所有透明渲染。此方法很准确，但渲染速度慢。

硬件透明渲染　使用硬件辅助的一次性深度剥离算法完成透明渲染。此方法对简单场景有效并具有较快的渲染速度，但不能处理多层透明渲染。

简单　使用“网格门”形式的采样方法进行透明渲染。此方法速度十分快，但不能处理复杂情况下的多层透明渲染。



采光渲染　采光渲染开关切换。

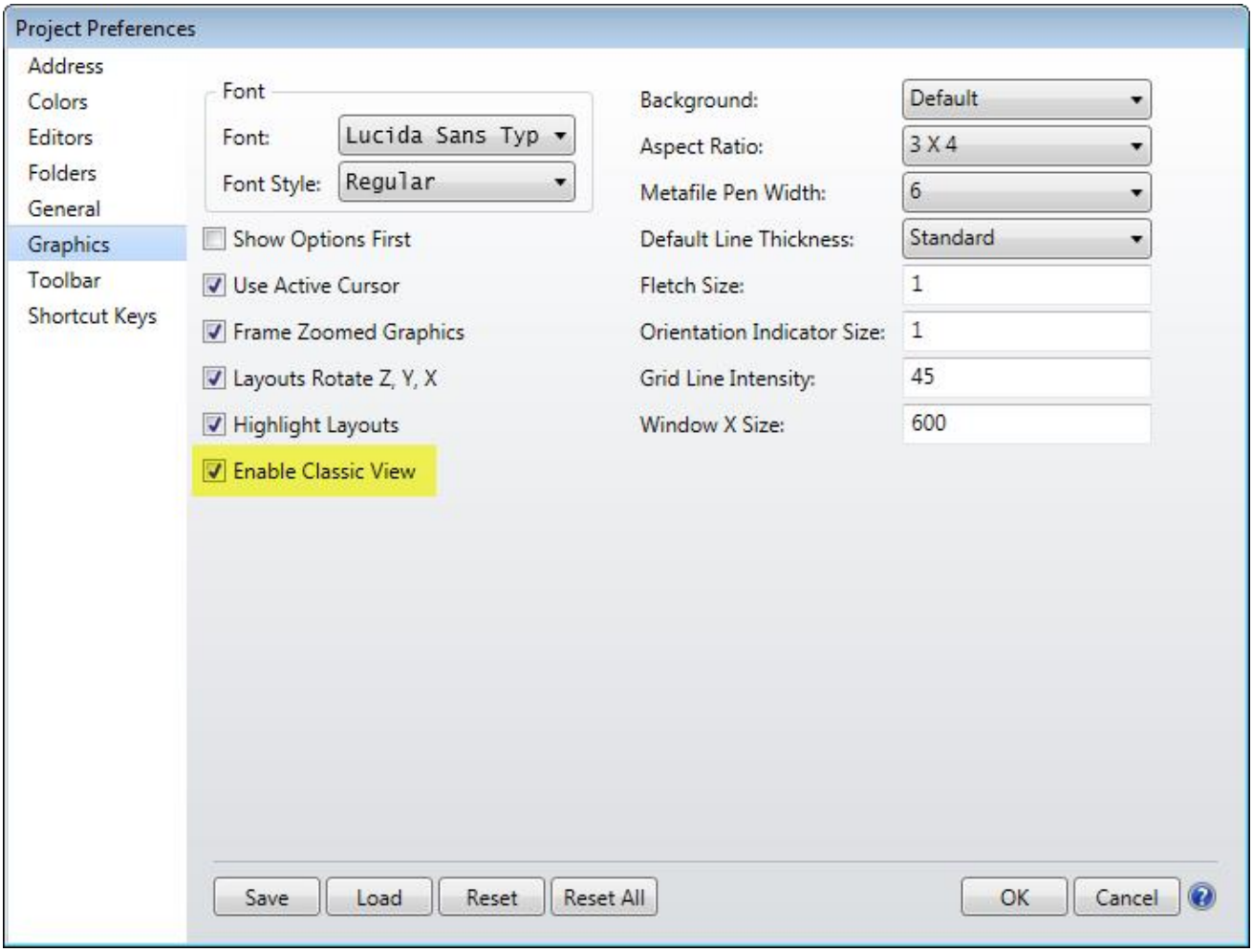
OpticStudio 的新绘图

OpticStudio 中的某些分析具有新的绘图显示格式，被称为 LightningChart。这些图表有新功能，包括交互轴和可直接在绘图中添加数据标记。

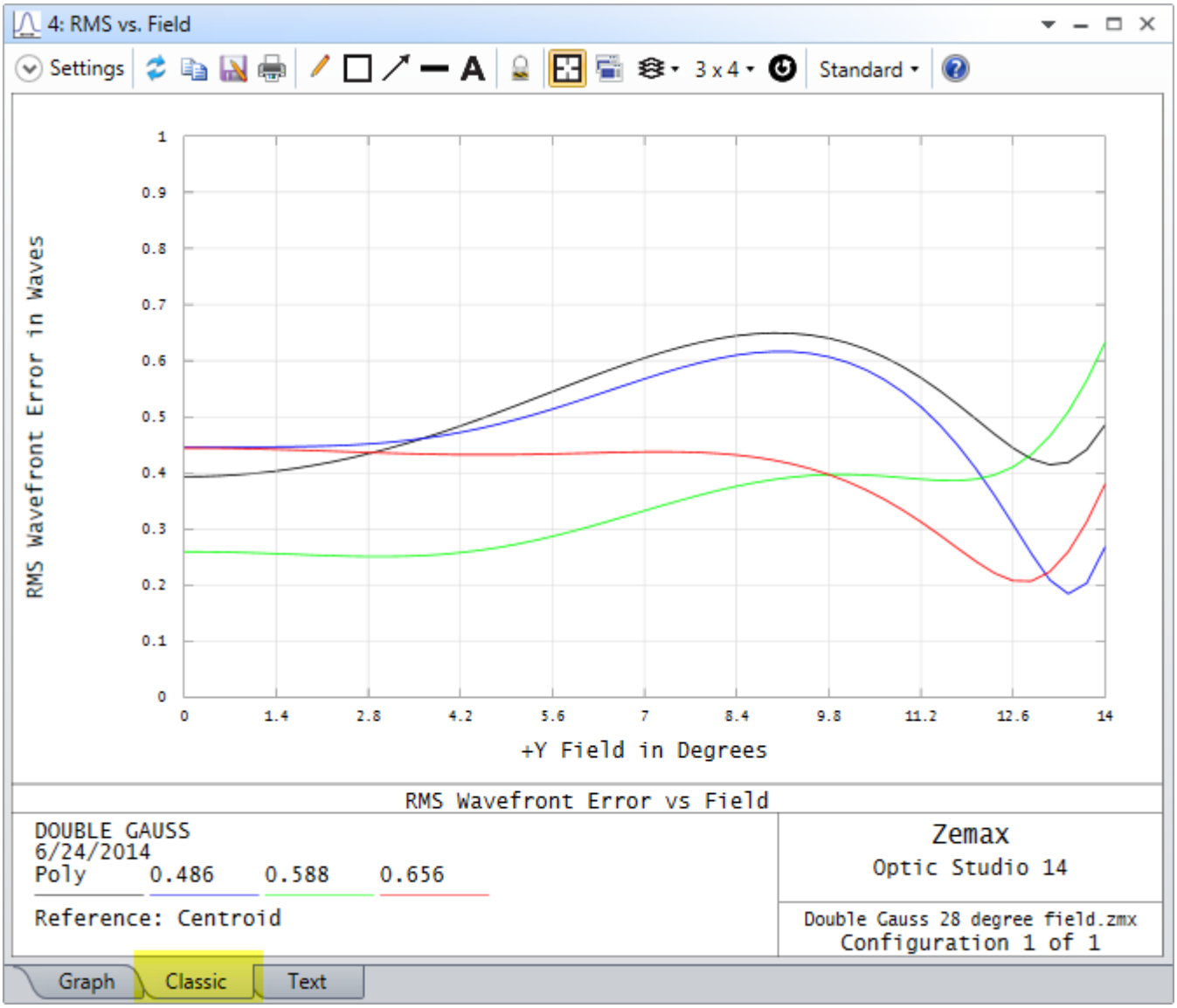
经典绘图

您仍可查看经典分析图表，与 OpticStudio 早期版本中的图表显示并无差别。

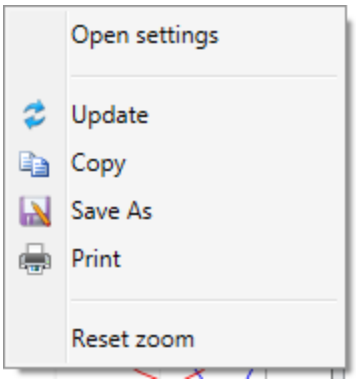
为此，请在“配置选项 (Project Preferences) ”的“绘图 (Graphics) ”部分选中“启用经典绘图 (Enable Classic View) ”设置：



选中“启用经典绘图”将启用 LightningChart 分析底部的“经典”选项卡，如下图所示：



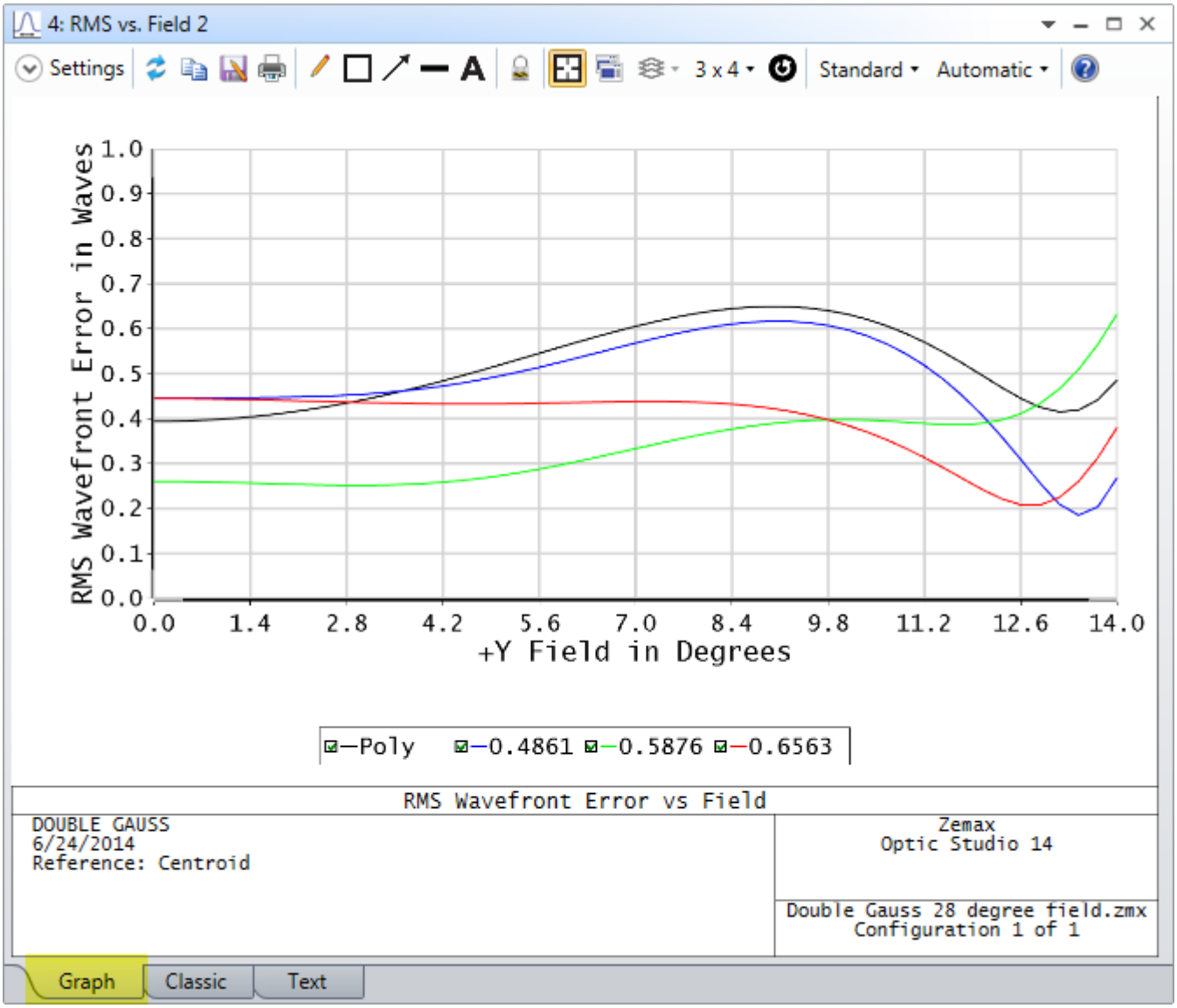
右键单击经典图可调用以下菜单。此右键单击菜单中所列出工具的功能与分析工具栏中其相应的按钮功能相同：



注意：对于没有更新为 LightningChart 格式的分析图表，“经典”选项卡不可用。

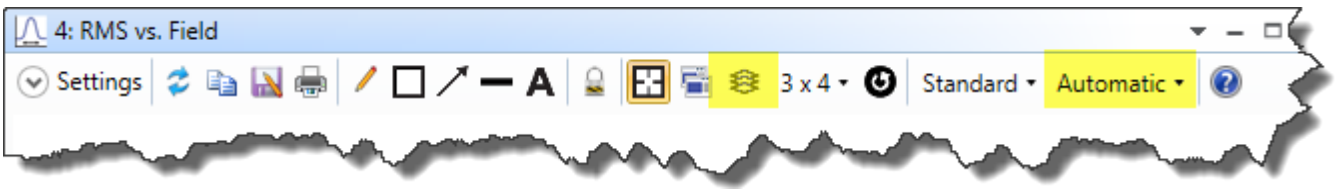
LightningChart

对于已更新绘图的 OpticStudio 分析项，“绘图 (Graph) ”选项卡将以 LightningChart 格式显示数据。



与 LightningChart 工具栏的差异

注意：经典绘图工具栏与 LightningChart 工具栏之间有两大差异：



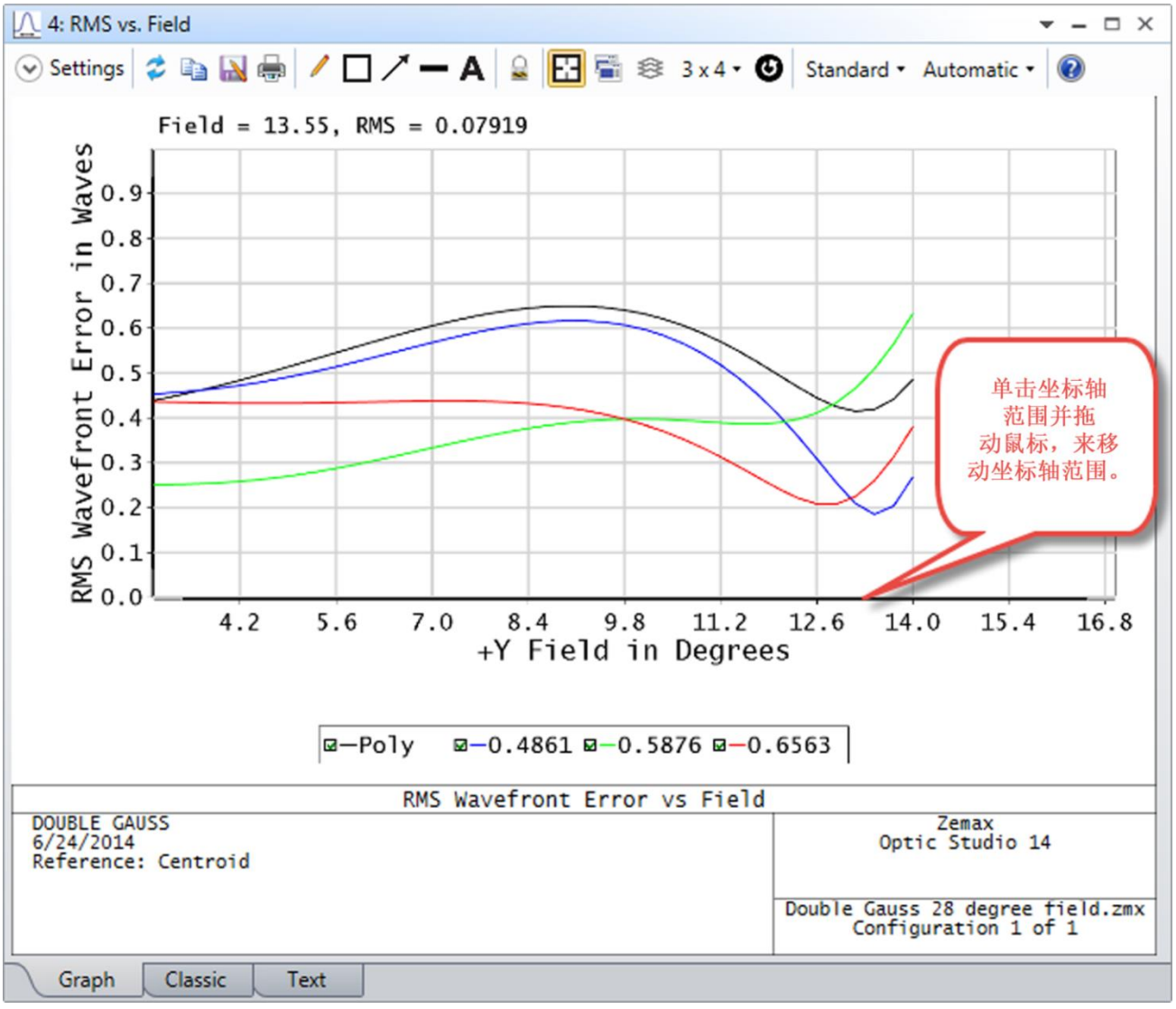
动态叠加按钮在 LightningChart 工具栏中处于“非激活”状态。此功能仅适用于经典图。

用户可以设置 LightningChart 分辨率。此功能可定义当前绘图的分辨率，对调整窗口大小时控制绘图的可读性很有用。对于小窗口，请使用较低分辨率。

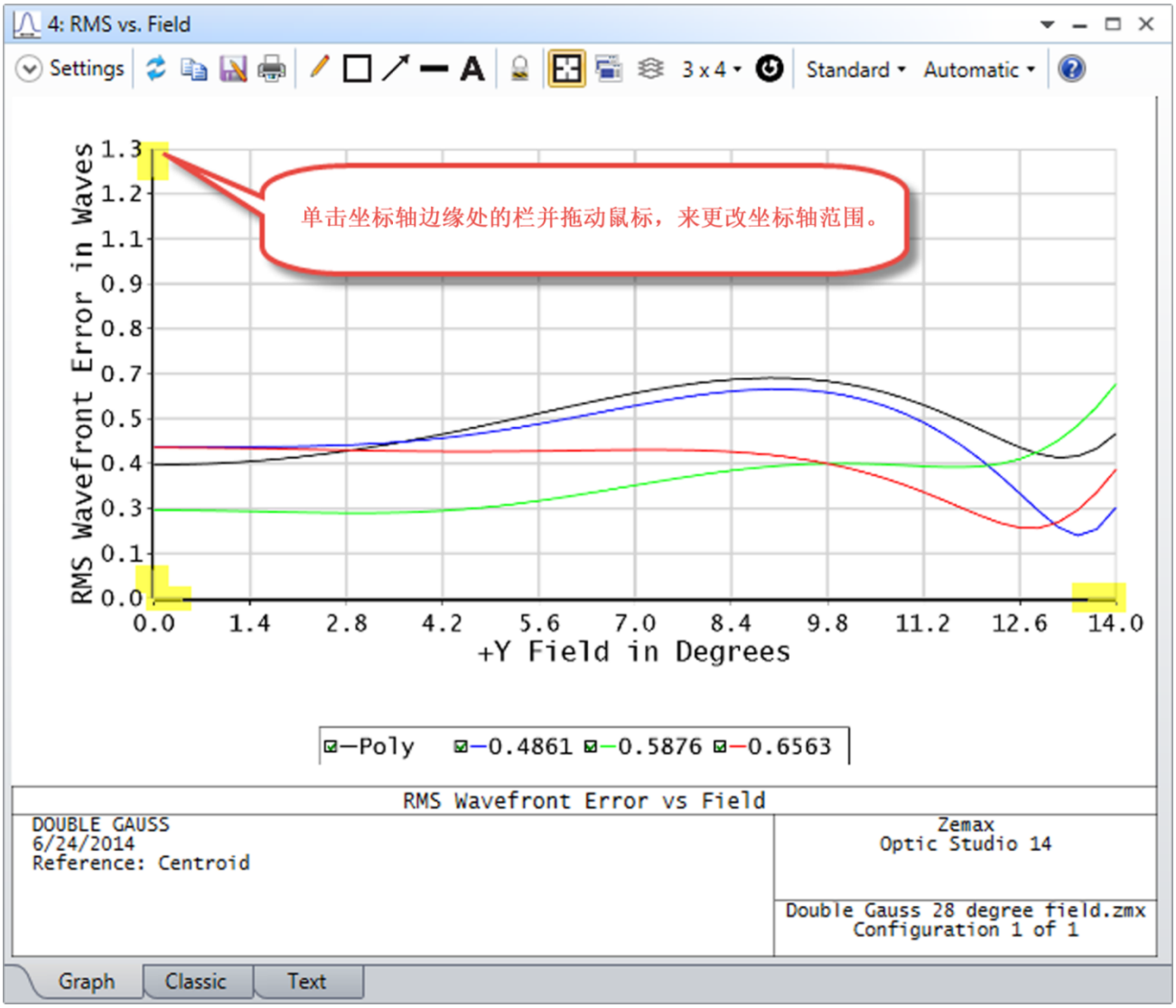
交互功能

LightningChart 还包含交互功能。

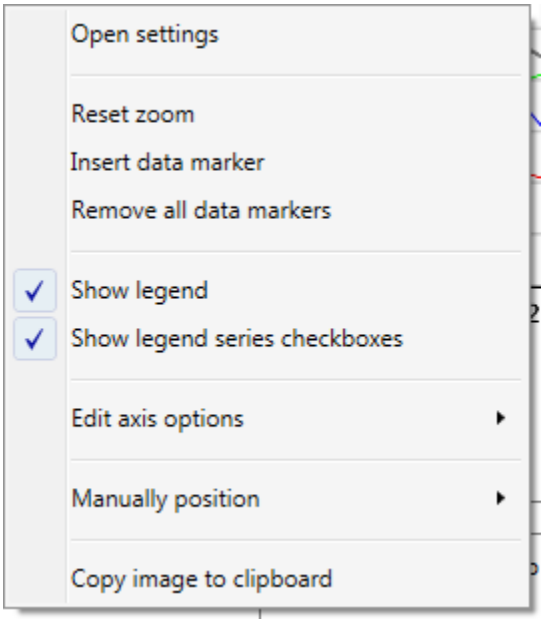
单击并拖拽轴上任意位置可移动显示数据范围：



单击并拖拽坐标轴边缘的灰色滑动条可增加或减少显示数据范围：



右键单击 Graphic 绘图可调用以下菜单。

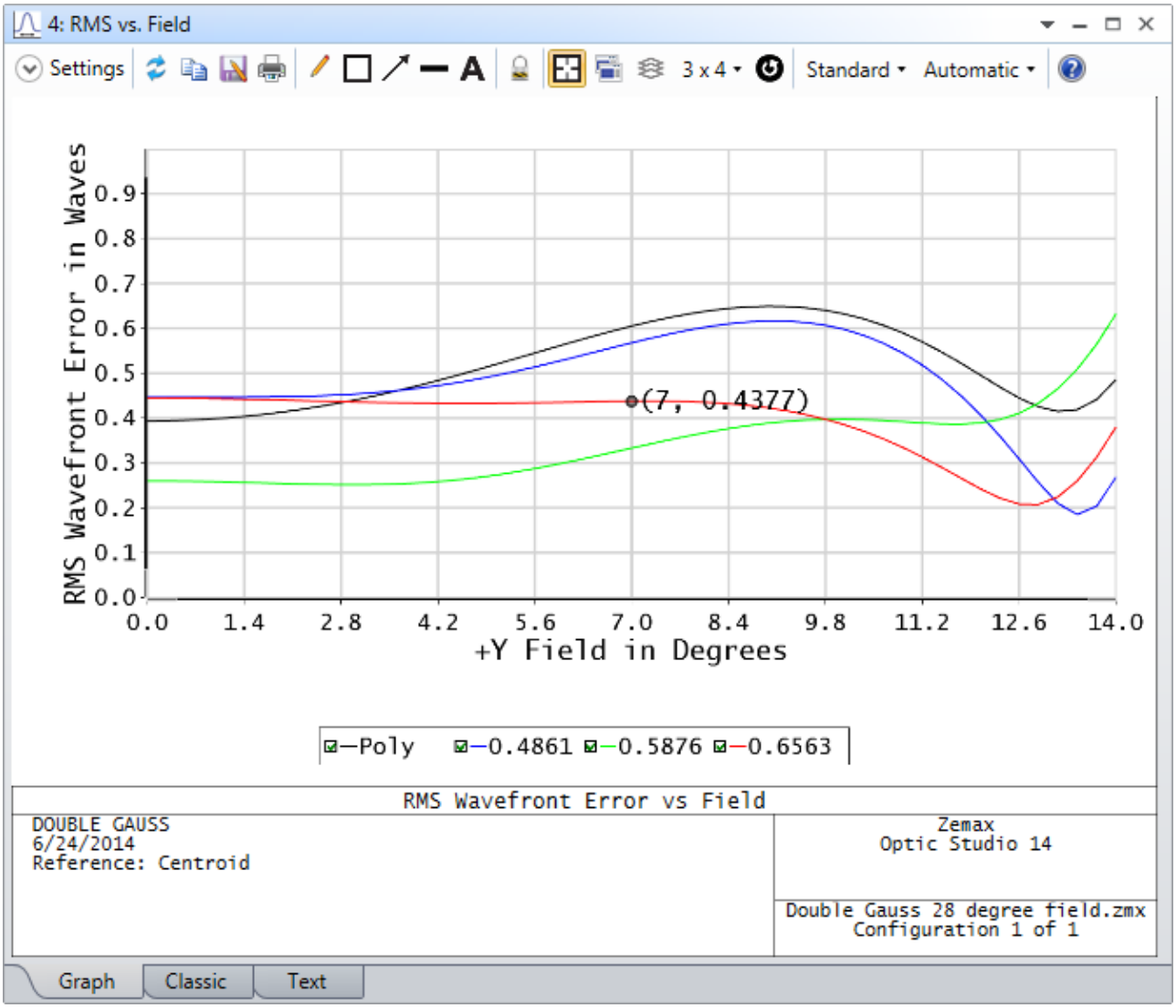


数据标记

添加数据标记 如果用户右键单击绘制出的线条，将启用此选项，此选项可在图中添加带有数据标签的标记。

清除所有数据标记 从图中清除所有数据标记。

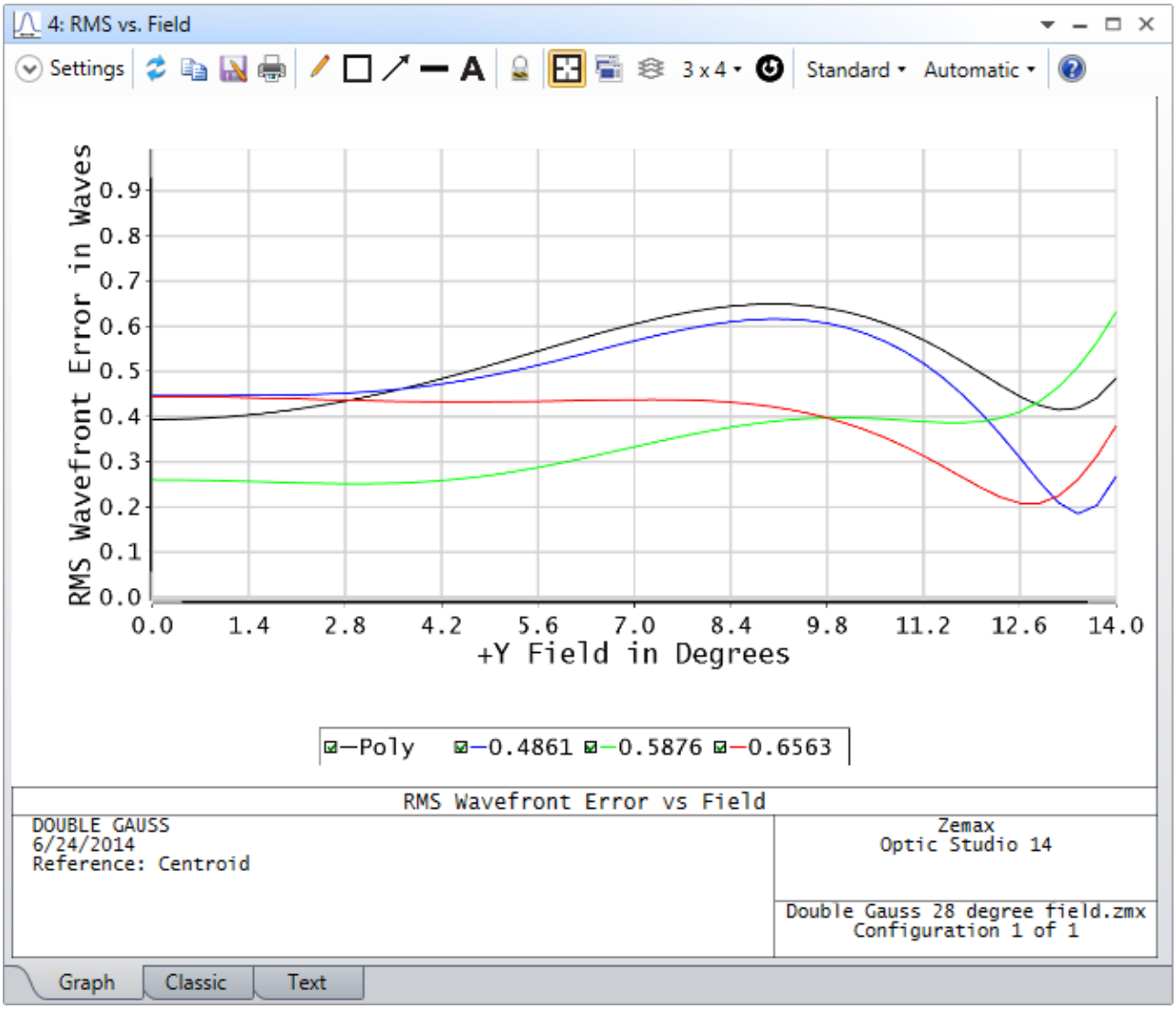
在图中添加数据标记后，用户可以沿绘制线单击并拖拽移动标记。允许的数据标记位置可与计算的数据点直接绑定。计算的数据点之间没有插值，因此如果将图表放大得超出这些数据点的分辨率范围，则允许的数据标记位置间隔会变得粗略。

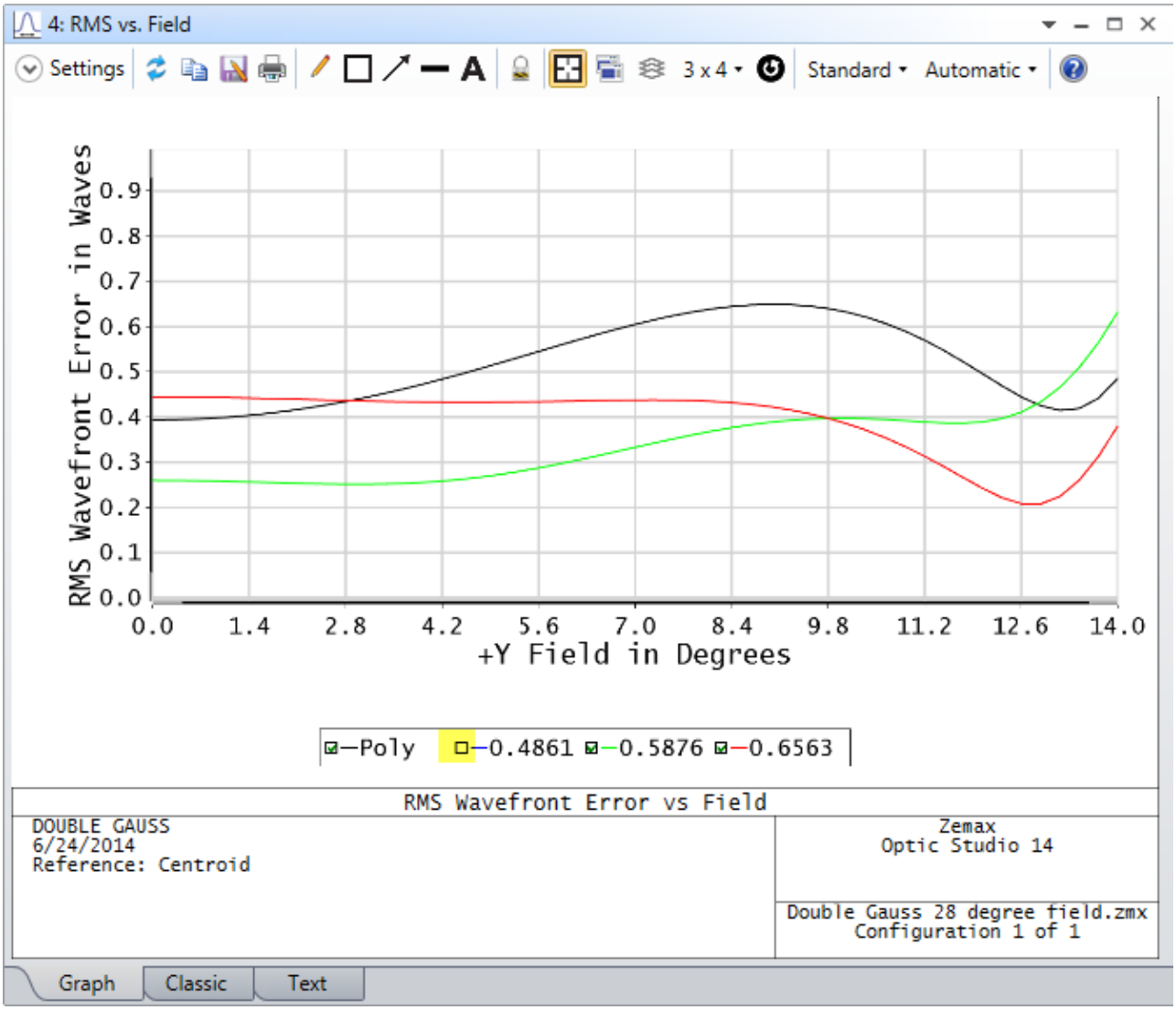


图例选项

显示图例 选中“启用”将显示图例。选中“关闭”将隐藏图例。

显示图例序列复选框 此功能允许用户显示和隐藏不同图例系列时，只需单击图例各系列旁的复选框即可：

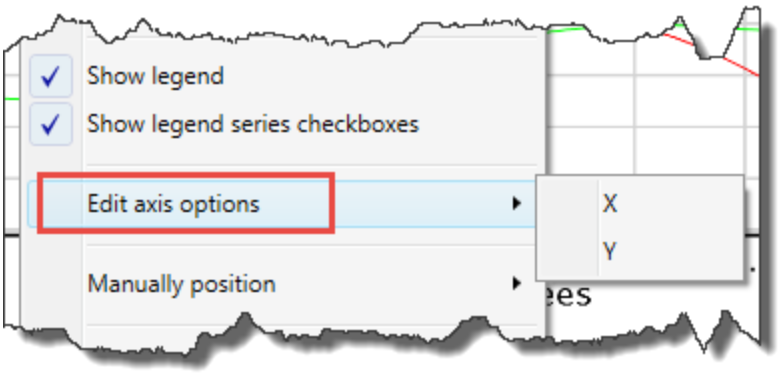

4: RMS vs. Field
Settings
3 x 4
Standard
Automatic
RMS Wavefront Error in Waves
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
0.0
1.4
2.8
4.2
5.6
7.0
8.4
9.8
11.2
12.6
14.0
+Y Field in Degrees
Poly
0.4861
0.5876
0.6563
RMS Wavefront Error vs Field
DOUBLE GAUSS
6/24/2014
Reference: Centroid
Zemax
Optic Studio 14
Double Gauss 28 degree field.zmx
Configuration 1 of 1
Graph
Classic
Text



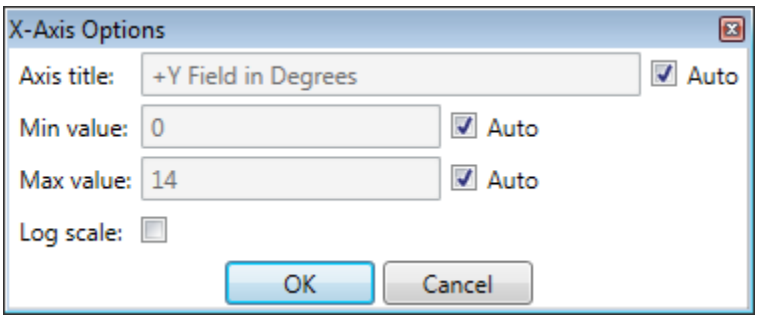
手动选项 用户可通过单击和拖拽为图例手动定位。

坐标轴选项

默认情况下，图表坐标轴可自动缩放，自动添加标题，但用户可以自定义这些设置，只需单击“编辑坐标轴选项”…X 或 Y：

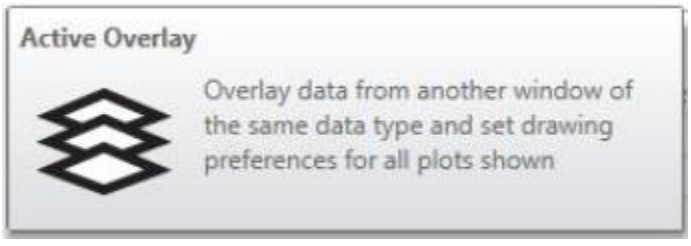


取消选中“自动”选项可启用标题和最小/最大值：



动态叠加





支持动态叠加的图表大多是 XY 曲线图，例如 FFT PSF 截面图和几何 MTF，以及点列图系列的光迹图和矩阵点列图。动态叠加功能使您能够结合其它绘图中的系列数据，并在现有分析窗口的数据系列旁绘制这些数据。从其它分析窗口中引入的数据系列被称为“叠加系列 (Overlay Series) ”。在叠加到支持动态叠加的图表中时，叠加的数据和坐标轴仍是交互的。

单位注意事项

仅当单位可兼容时，才可把数据系列叠加到一个图表中。要在主 Y 轴上叠加数据，目标图和叠加数据之间的 X 和 Y 轴单位必须相同。要使用第二 Y 轴叠加，叠加数据的 X 轴单位必须与目标图的相应单位兼容。

例如，要将另一分析的数据系列叠加到使用主 Y 轴的 PSF 截面图上，叠加系列的 Y 轴必须是没有单位的表示值，因为 PSF 截面图 Y 轴上的相对辐射照度是无单位的量。此外，在此示例中，X 轴单位必须是当前的像差单位（例如，如果不在无焦模式下，单位为微米）。

工具栏按钮

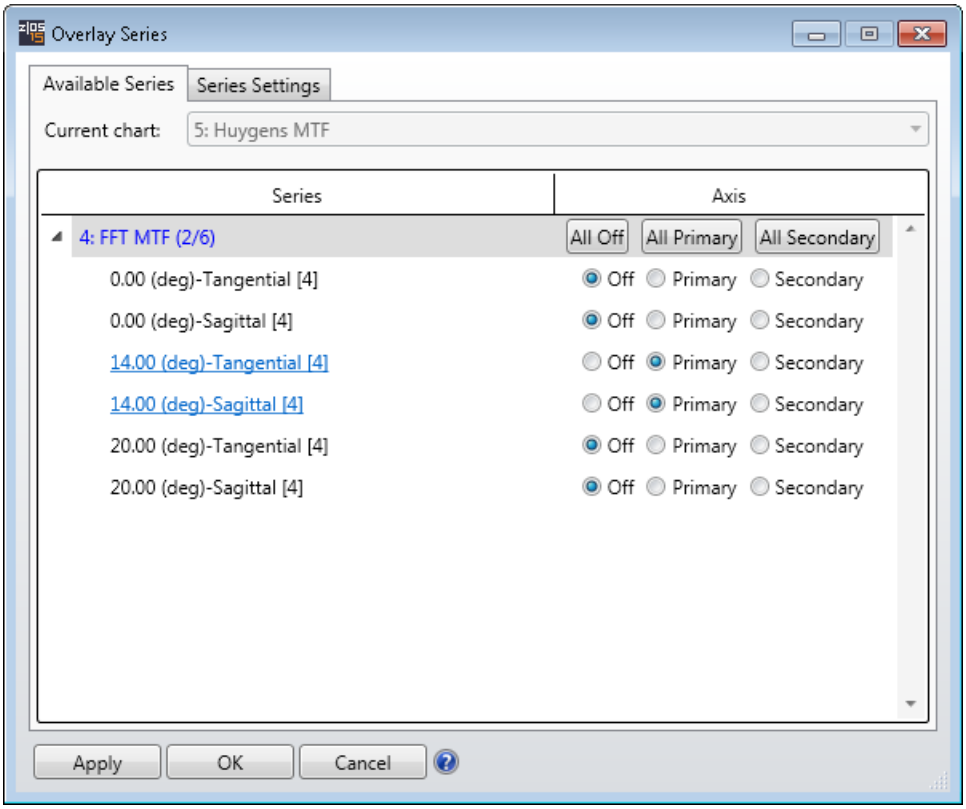
要编辑叠加到绘图上的数据系列，请选择动态叠加按钮。如果此按钮已禁用，则原因是此绘图不支持动态叠加，或者可能没有打开的其它窗口为此窗口提供叠加系列。动态叠加也可以通过“添加/删除数据序列 (Add/remove overlay series) ”图上的右击文本菜单项进行访问。



叠加系列按钮

叠加系列编辑器

允许编辑叠加系列的对话框内，将列出当前 OpticStudio 会话中可以被叠加到当前选定图表中的所有可用数据系列：



“系列”标题下左侧的树结构显示了按“分析/子绘图/系列 (Analysis/Subplot/Series) ”层次结构组织的单位兼容的叠加数据系列。对于只有一个子绘图的分析，树结构中没有子绘图节点。

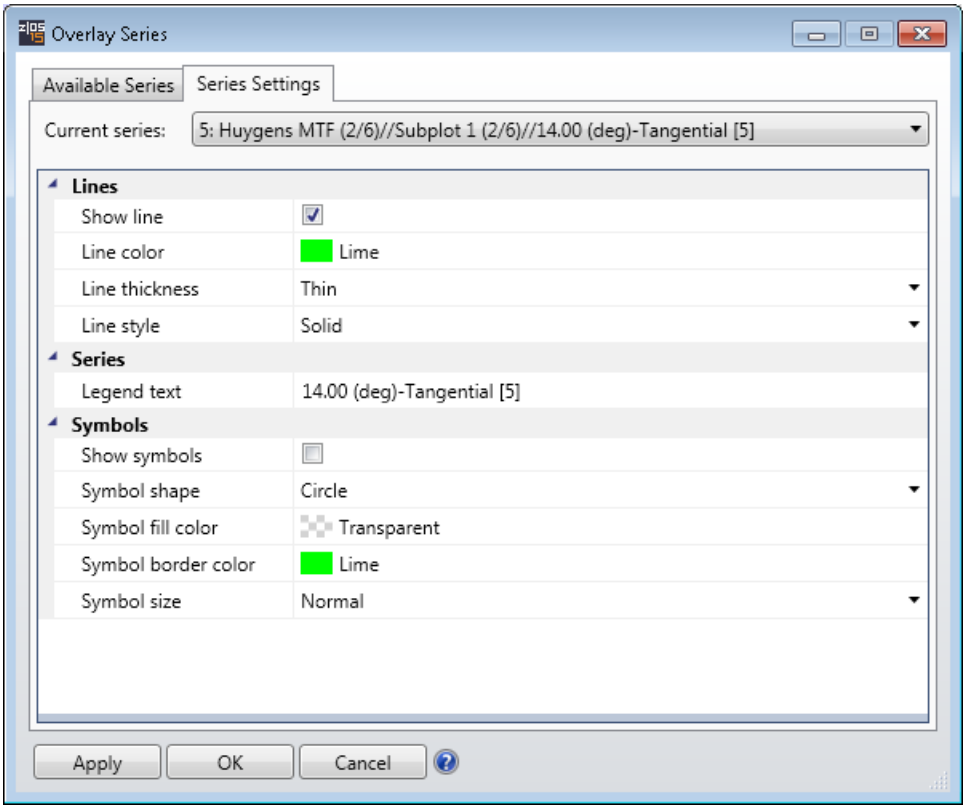
每个分析和子绘图的标题都将附加一个字符串“(*M*/*N*)”，其中 *M* 是被选择叠加到图表上的元素下的系列数，而 *N* 是该元素下可以叠加的系列总数。每个系列标题默认附加字符串“[*m*]”，其中 *m* 是提供源快速提示的窗口号。如果有多个子绘图，则附加“[*m.n*]”，其中 *m* 是窗口号，而 *n* 是子绘图编号。

“全部关闭 (All Off) ”、“只显示主要的 (All Primary) ”和“只显示第二的 (All Secondary) ”按钮允许您在树结构的分析或子绘图节点下快速启用和关闭选项。

要查看图表上的叠加系列，可以选择“应用 (Apply) ”按钮，这样可使对话框窗口保持打开状态，以便您继续编辑；也可以选择“确定 (OK) ”按钮，以便应用叠加并关闭对话框窗口。最后，如果要恢复到上一组应用叠加系列改变量，请选择“取消 (Cancel) ”。

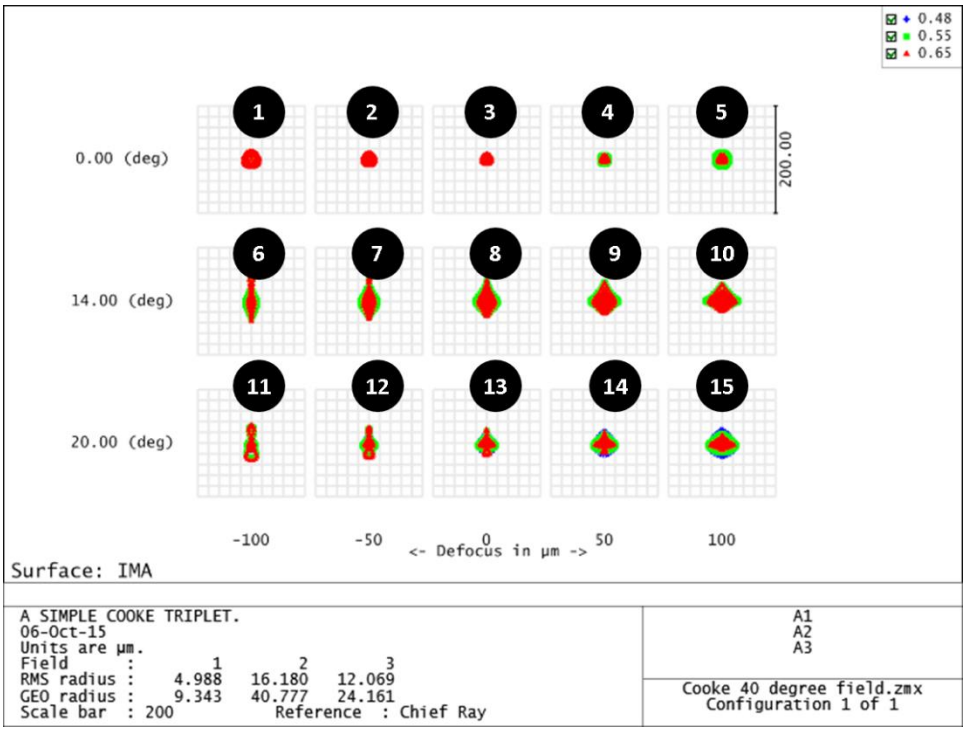
编辑系列属性

每个叠加系列的属性都可以在“系列设置 ”选项卡上进行编辑。对系列属性做出的更改将在下次选择“应用 (Apply) ”或“确定 (OK) ”按钮后显示。

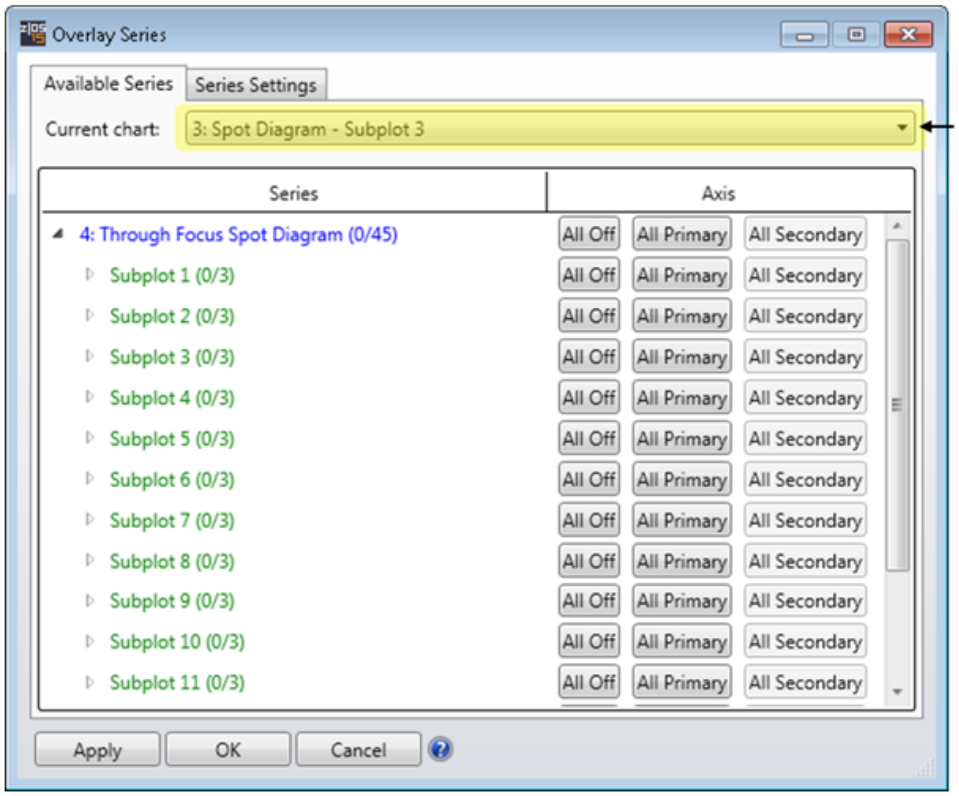


多个子绘图分析

对于有多个子绘图的图表，可分别为每个子绘图进行叠加处理。这一点适用于含有源叠加数据以及接收叠加数据的图表。子绘图按从左到右、从上到下的顺序编号，如下所示。

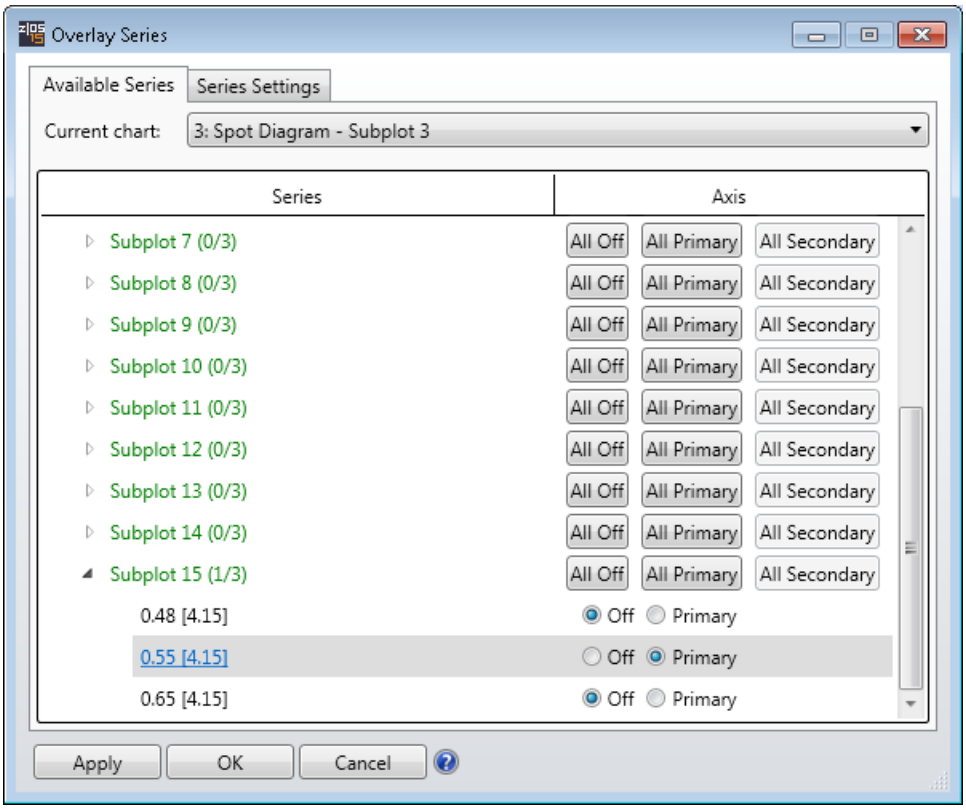


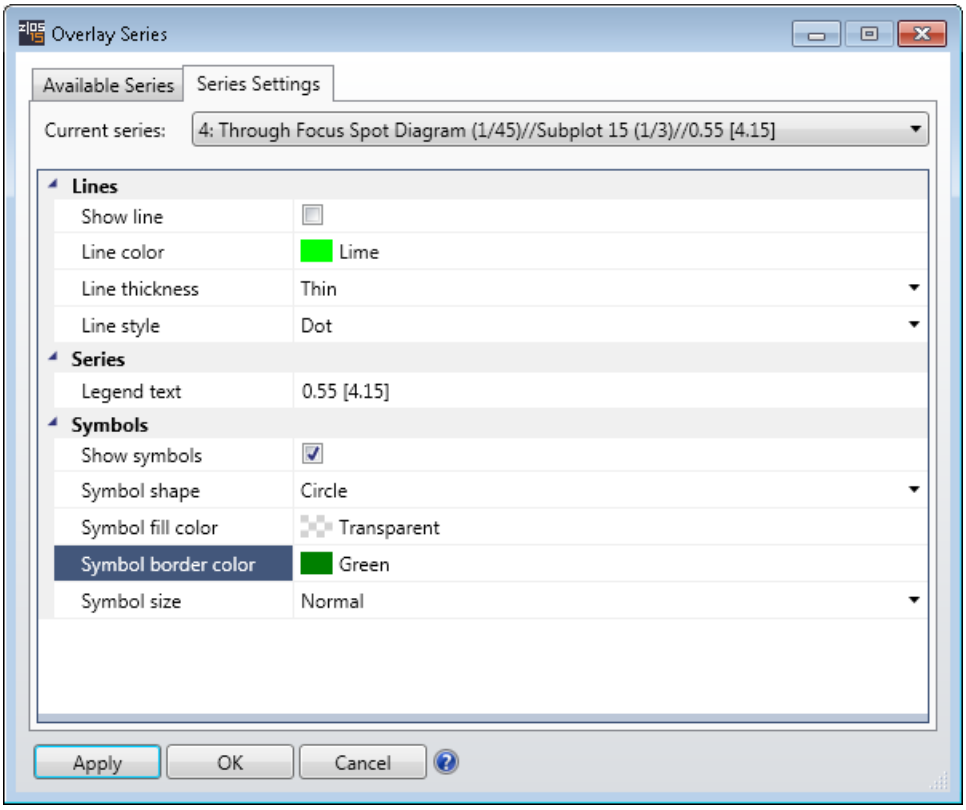
例如，如果要将此绘图（离焦点列图）叠加到标准点列图上，可从点列图中打开“叠加系列 (Overlay Series) ”对话框，然后开始选择将接收叠加数据的点列图的第一个子绘图。为此，可使用“当前图表 (Current Chart) ”下拉列表。



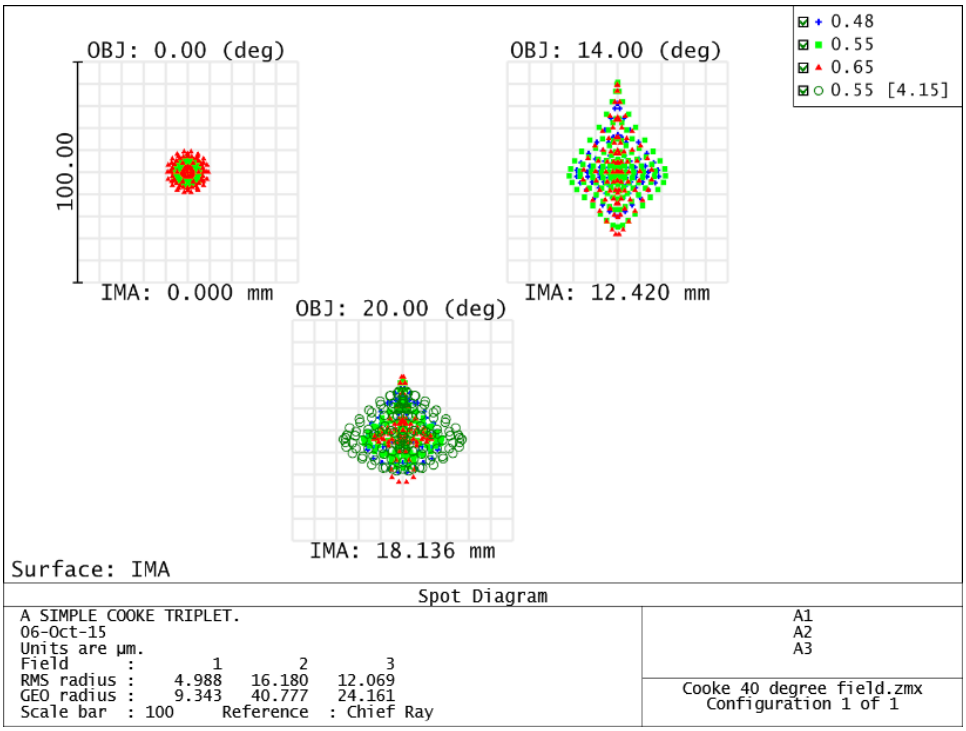
在此选择要接收叠加数据的子绘图

例如，假设我们要添加离焦点列图的子绘图 15 中的第二个系列，并将其设置为以绿色圆圈显示。此系列选项和系列设置选项卡如下所示：


Overlay Series
Available Series
Series Settings
Current chart:
3: Spot Diagram - Subplot 3
Series
Axis
Subplot 7 (0/3)
Subplot 8 (0/3)
Subplot 9 (0/3)
Subplot 10 (0/3)
Subplot 11 (0/3)
Subplot 12 (0/3)
Subplot 13 (0/3)
Subplot 14 (0/3)
Subplot 15 (1/3)
All Off
All Primary
All Secondary
0.48 [4.15]
0.55 [4.15]
0.65 [4.15]
Off
Primary
Apply
OK
Cancel


Overlay Series
Available Series
Series Settings
Current series:
4: Through Focus Spot Diagram (1/45)//Subplot 15 (1/3)//0.55 [4.15]
Lines
Show line
Line color
Lime
Line thickness
Thin
Line style
Dot
Series
Legend text
0.55 [4.15]
Symbols
Show symbols
Symbol shape
Circle
Symbol fill color
Transparent
Symbol border color
Green
Symbol size
Normal
Apply
OK
Cancel

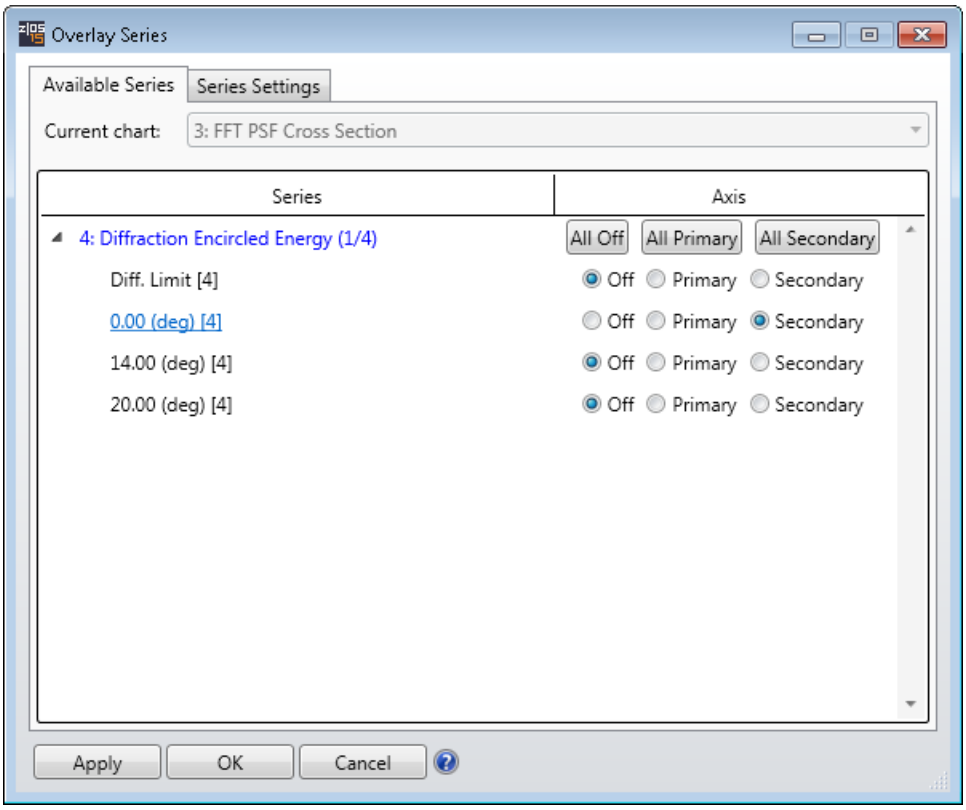
结果绘图如下所示：



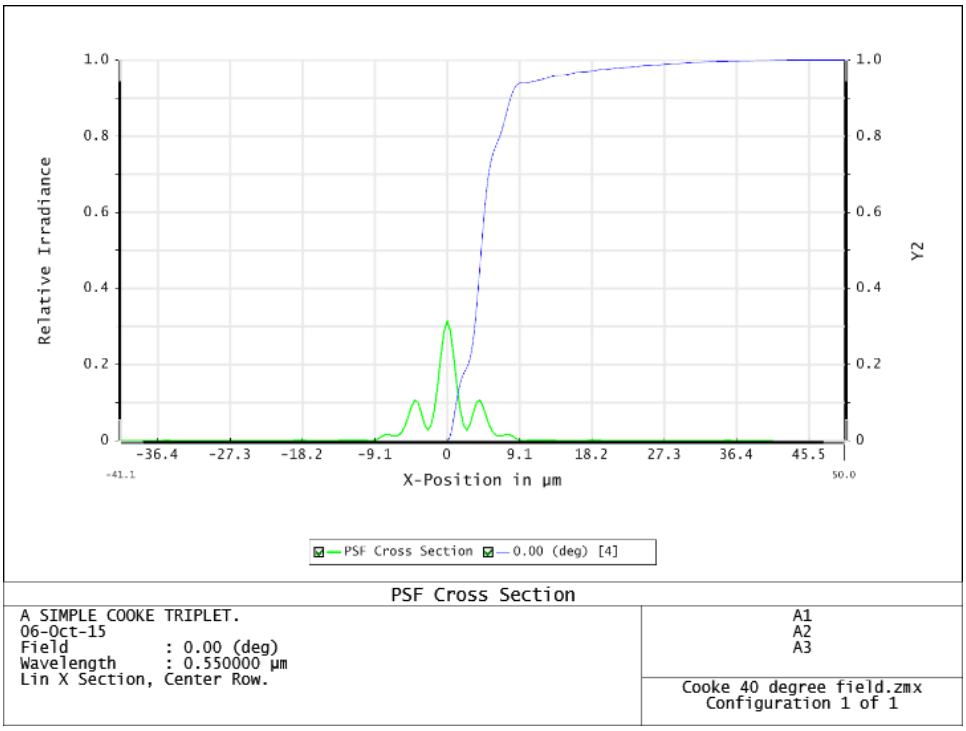
第二 Y 轴叠加

为提高使用叠加系列的灵活性，XY 曲线图可以叠加第二 Y 轴的数据系列。这在叠加系列数据的比例与目标绘图数据有较大差异，或者叠加系列数据的单位与目标绘图数据不同时尤为有用。

例如，假设我们要将衍射圈入能量图叠加到 FFT PSF 截面图上。在 FFT PSF 截面图中，叠加系列选项如下所示：


Overlay Series
Available Series
Series Settings
Current chart:
3: FFT PSF Cross Section
Series
Axis
4: Diffraction Encircled Energy (1/4)
All Off
All Primary
All Secondary
Diff. Limit [4]
0.00 (deg) [4]
14.00 (deg) [4]
20.00 (deg) [4]
Off
Primary
Secondary
Apply
OK
Cancel

结果绘图如下：


Relative Irradiance
X-Position in µm
Y2
PSF Cross Section
0.00 (deg) [4]
PSF Cross Section
A SIMPLE COOKE TRIPLET.
06-Oct-15
Field : 0.00 (deg)
Wavelength : 0.550000 µm
Lin X Section, Center Row.
A1
A2
A3
Cooke 40 degree field.zmx
Configuration 1 of 1

第二 Y 轴的默认标签是“Y2”。通过右键单击文本菜单“坐标轴选项->Y2 (Edit axis options -> Y2) ”可按需编辑标签。在同一菜单中，还可自定义第二 Y 轴的最大值和最小值。

其它注意事项

- 默认情况下，叠加系列数据的线条绘制比原始数据细 50%。此设置可在“叠加系列 (Overlay Series) ”对话框的“系列设置 (Series Settings) ”选项卡中进行自定义。
- 当绘图上有叠加系列时，工具栏上的“动态叠加 (Active Overlay) ”按钮将高亮显示： 
- 对于第二坐标轴叠加系列，Y2 轴只能有一个类型的单位与之相关。为第二 Y 轴的绘图选择单位不兼容的叠加系列，将导致第二 Y 轴的所有现有的叠加系列被移除。
- 有叠加系列的绘图在启用蒙特卡罗叠加的公差计算期间处于打开状态时，普通叠加系列将被移除，并且仅分析窗口原有系列应用蒙特卡罗叠加。
- 如果之前有普通叠加系列但之后已使用蒙特卡罗采样系列叠加的窗口已解锁，则普通叠加系列将返回到绘图中。如果普通叠加系列的源窗口仍处于锁定状态，则显示的数据来自上一次蒙特卡罗采样。要返回名义叠加数据，需要对此叠加数据的源窗口解锁并更新，然后需要更新使用叠加的窗口。
- 在滑块 (Slider) 或可视化优化器 (Visual Optimizer) 更新期间，叠加系列数据不能与分析窗口原有的系列数据同步更新。这是因为不同的分析以不同的速度运行，并且如果叠加分析数据在窗口更新时不可用，则系列数据将变为空数据集。在叠加数据的源窗口更新后，您可以手动刷新叠加数据的目标窗口，此时更新数据会正确显示。

使用注释功能

使用用户自定义线、箭头、方框和文本备注来注释绘图窗口的方法有多种。一种是在分析窗口工具栏中单击相应的图标（方框、箭头、线、文本或测量）。要绘制线，请选择“线”图标，然后单击线的起始位置，并按住鼠标左键，将十字准星拖至线的终止位置，接着松开鼠标键。可使用相似的过程绘制箭头或方框。

要将文本添加到窗口中，请单击“文本”图标，在窗口中单击某点，将显示一个文本输入对话框。键入所需文本，然后单击“确定”，输入的文本将添加到窗口中。

为更精确地控制线和文本的确切位置，以及控制文本字体和添加更复杂的注释，请单击窗口工具栏中的“编辑”图标。此操作将调用注释编辑器，其中包含文本编辑器和多个按钮。其中还有一个启用或禁用绘图注释的复选框。

文本编辑器可用于定义要应用于绘图的注释。可支持多个命令，每个命令都有特定语法：

TEXT ″string″ x y angle scale color

TEXT 命令将在 x 和 y 所指定的位置编写双引号中的文本内容， angle 指定角度（以度为单位），scale 指定文本尺寸，字体是固定的。字体颜色由 color 整数参数控制，此颜色与实体模型背景颜色列表中 的颜色序号相对应。例如，要使文本变为红色，请使用 3 作为颜色值。

坐标使用归一化单位，其中绘图左边缘的坐标是 x = 0.0，右边缘的坐标是 x = 100.0，下边缘的坐标是 y = 0.0，上边缘的坐标是 y = 100.0。原点位于左下角。“角”值以度为单位。

scale 参数单位可以是任意单位。angle、scale 和 color 值可均不被定义，在此情况下，使用默认值。注意：color 参数适用于所有注释，并均保持一致。

LINE x1 y1 x2 y2 color

LINE 命令将在 x1, y1 到 x2, y2 两点内绘制线段。有关 X 和 Y 的单位和坐标系信息，请参阅 TEXT 命令说明。

ARROW x1 y1 x2 y2 SIZE color

ARROW 命令将绘制一个从 x1, y1 指向 x2, y2 的单头箭头。有关 X 和 Y 的单位和坐标系信息，请参阅 TEXT 命令说明。如果 Size 是 1.0，或省略此参数，则按默认尺寸绘制箭头。要缩放箭头大小，请使用任何其它浮点值表示大小值。例如，Size 为 2.0，表示箭头大小是默认大小的两倍；值为 0.5，表示箭头大小是默认大小的一半等等。

BOX x1 y1 x2 y2 color

BOX 命令将绘制一个对角从 x1, y1 到 x2, y2 的方框。有关 X 和 Y 的单位和坐标系信息，请参阅 TEXT 命令说明。

MEASURE x1 y1 x2 y2 scale color

MEASURE 命令将在 x1, y1 到 x2, y2 两点内绘制测量线，并显示线长（以系统单位为单位）。文本尺寸根据 scale 定义；如果 scale 参数加倍，测量文本值的大小也会翻倍。

注释对话框上还有多个按钮：

确定：确认显示的注释并退出。

取消：恢复回上一次注释并退出。

保存：打开“另存为”类型框，可在其中指定文件名。将注释保存到用户命名的文件中。

加载：打开“加载：”类型框，可在其中选择要加载的文件名。加载的文件包含要使用的注释。

重置：清除编辑缓冲区。

在经典绘图中同样具有类似的注释添加功能。主要的区别在于经典绘图内不支持颜色的使用，并且“测量”功能也不可用。示例语句如下：

TEXT "string" x y angle x-scale y-scale

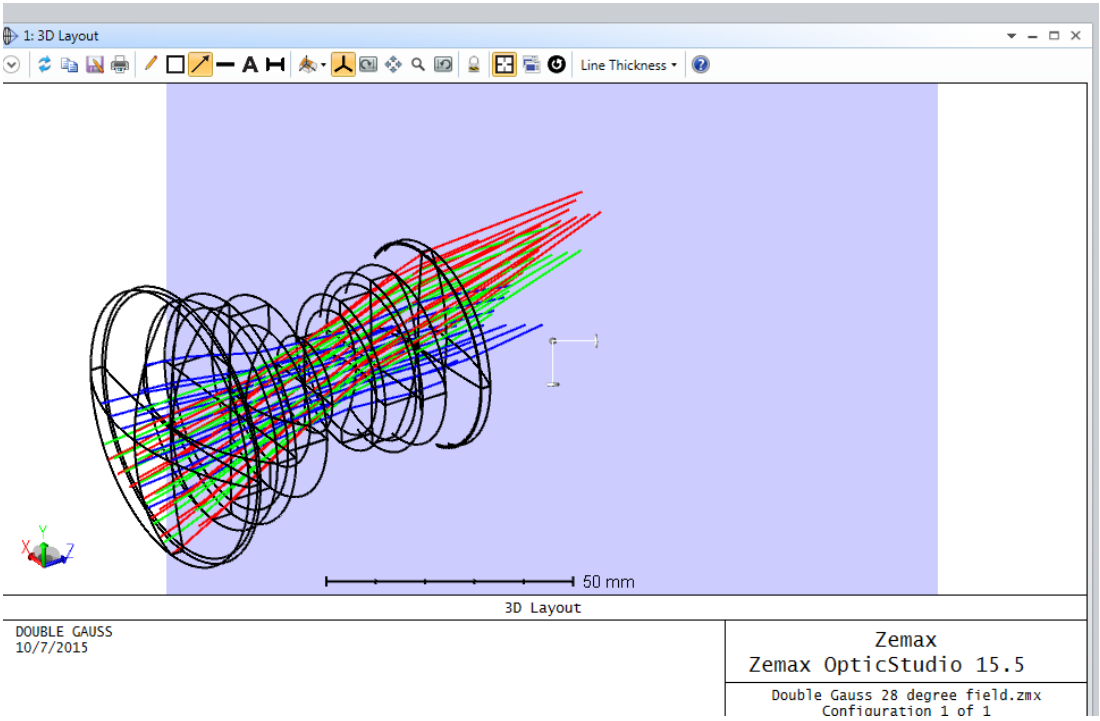
LINE x1 y1 x2 y2

ARROW x1 y1 x2 y2 size

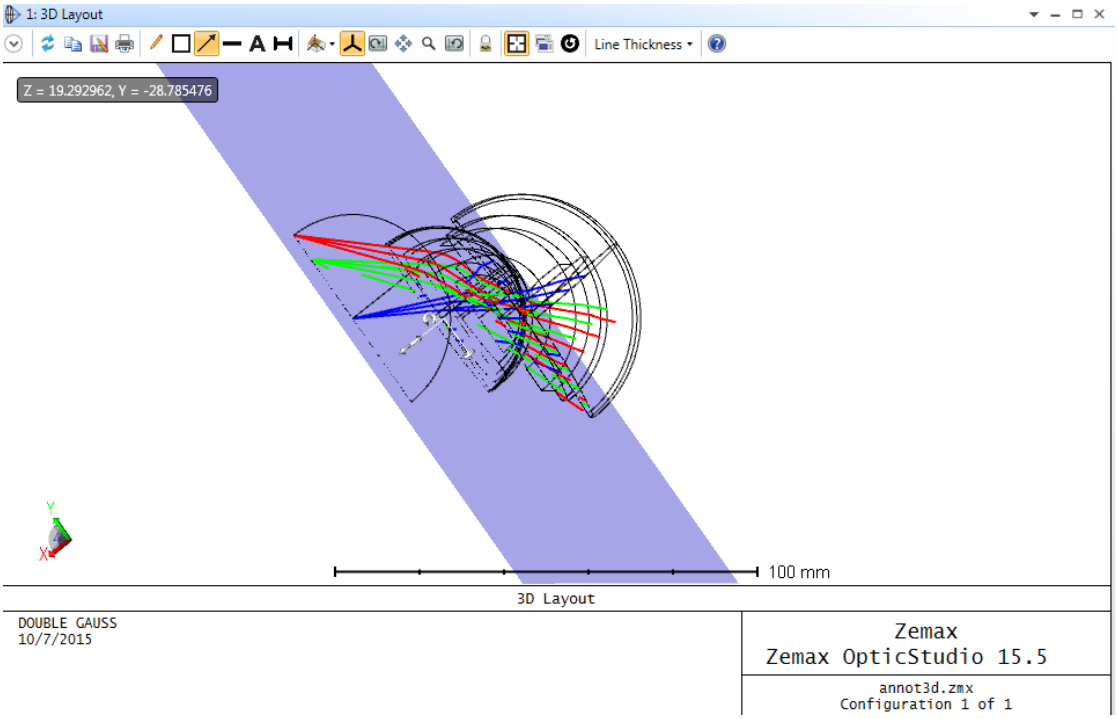
BOX x1 y1 x2 y2

为三维布局图添加注释

定义三维布局图窗口（3D 视图、实体模型等）注释稍微困难一些，因为必须指定三维空间的确切位置和方向。为明确定义注释，需在添加新注释时在视图中插入一个临时剖面。此剖面最初是与当前相机视图垂直的，但可任意移动和旋转（注释平面是浅蓝色的）：



在设置注释平面位置和方向时，旋转视图以使视图与注释平面不再垂直，有助于用户观察。



注释平面中心的双向箭头部件可使平面沿轴平移，而圆形箭头部件可使平面围绕相关轴旋转。在这两种情况下，要处理平面，请单击部件，并在按住鼠标键的同时左右移动鼠标。在注释模式处于激活状态时，还有以下几种嵌入的鼠标行为：

- 右键单击注释任意位置，将使视图以该点为中心，并使相机垂直于注释平面。
- 在按住 Shift 键的同时右键单击，并左/右拖动鼠标可控制注释平面的深度（即沿其法线平移平面）。
- 在按住 Ctrl 键的同时右键单击，并左/右拖动鼠标可顺时针/逆时针旋转视图。
- 在按住 Ctrl 和 shift 键的同时右键单击，并上/下/左/右移动鼠标可自由旋转视图（与默认旋转行为一致）。

只要选择其中一个注释模式（方框、箭头、线、文本或测量），注释平面就会保持激活状态。要退出注释模式，请单击当前注释模式图标、按“退出 (Escape) ”键或者单击其中一个相机模式图标（例如“旋转 (Rotate) ”、“平移 (Pan) ”等）。

以上定义的所有二维注释都有与之对应的三维注释；虽然注释格式相似，但有几个额外参数：

TEXT3D ″string″ x y z ux uy uz rx ry rz angle scale color

TEXT3D 命令将在 x、y 和 z 所指定的位置编写双引号中所有文本。方向由 ux、uy 和 uz（上向矢量）、rx、ry 和 rz（右向矢量）以及 angle 参数定义。Scale 定义文本尺寸，而 color 定义字体颜色；可用颜色与上面 TEXT 命令所述的相同。angle、scale 和 color 值均可不定义，在此情况下，将使用默认值。注意：在所有命令格式中，单位、坐标系和颜色参数命令都是相同的。

LINE3D x1 y1 z1 x2 y2 z2 color

LINE3D 命令将在 x1, y1, z1 到 x2, y2, z2 两点内绘制线段。

ARROW3D x1 y1 z1 x2 y2 z2 vx vy vz size color

ARROW3D 命令将绘制一个从 x1, y1, z1 指向 x2, y2, z2 的单头箭头。在与 vx、vy 和 vz 所定义矢量垂直的平面中绘制箭头。如果 size 是 1.0，或省略此参数，则按默认尺寸绘制箭头。要缩放箭头大小，请使用任何其它浮点值表示大小值。例如，size 值为 2.0，表示箭头大小是默认大小的两倍，值为 0.5，表示箭头大小是默认大小的一半等等。

BOX3D tlx tly tlz trx try trz blx bly blz color

BOX3D 命令将绘制一个左上角在 tlx, tly, tlz，右上角在 trx, try, trz，左下角在 blx, bly, blz 的矩形。

MEASURE3D x1 y1 z1 x2 y2 z2 vx vy vz scale color

MEASURE3D 命令将在 x1, y1, z1, 到 x2, y2, z2 两点内绘制测量线，并显示线长（以系统单位为单位）。文本和刻度线在与 vx、vy 和 vz 所定义面垂直的平面中进行定义。文本尺寸根据 scale 定义；如果 scale 参数加倍，测量文本的尺寸也会翻倍。

使用 Windows 剪贴板

剪贴板是 Windows 中最有用的功能之一。剪贴板是绘图和文本的“储备区”。使用剪贴板的好处是，所有 Windows 程序文件均可通过剪贴板导入或导出。

由于 OpticStudio 主要用于生成绘图和文本数据，因此 OpticStudio 仅支持导出到剪贴板。在将所需数据复制到剪贴板后，其它应用程序（例如文字处理程序、绘图编辑器或桌面系统）可轻松获得这些数据。

要将 OpticStudio 绘图和文本放到剪贴板中，请选择所需绘图或文本窗口，然后从工具栏选择复制按钮。看似没什么变化（数据传输极快），但此数据现在可用于其它应用程序。

要将剪贴板数据用于文档处理程序，请运行该应用程序，并从该应用程序的“编辑”菜单中选择“粘贴”。有关详细信息，请参阅该应用程序的相关文档。

将 OpticStudio 绘图用于其它应用程序的另一种方法是截屏，创建整体或任一窗口的位图图像。要以位图图像形式捕获整个屏幕显示，请使用键盘上的 Print Screen 截图按钮（此按钮随键盘变化）。要捕获单一窗口显示，请选择该窗口，并按 Alt-Print Screen 键。在捕获图像后，通常可使用 Ctrl- V 键或“编辑”、“粘贴”按钮将图像粘贴到其它应用程序中，具体取决于应用程序。

使用平移和缩放

任何绘图窗口都可以平移（向左、向右、向上和向下滚动）或缩放（放大）。要激活平移和缩放功能，请选择任意 OpticStudio 绘图窗口，然后在窗口的任意位置单击并按住鼠标左键 1/2 秒。光标将从箭头变为十字。现在向下、向右拖动鼠标，以定义一个覆盖所需放大区域的大小的矩形。现在，放开鼠标左键。选定区域将放大以填充此窗口，同时保持绘图的纵横比。

通过滚动鼠标滚轮也可以实现缩放。

通过右键单击并按住鼠标（对于分析窗口）或滚轮单击并按住鼠标（对于实体模型和 NSC 查看器），然后移动鼠标，可实现平移。仅在缩放绘图后才允许平移。

要将绘图恢复为原始尺寸，请右键单击分析窗口，并选择“整屏显示”。

中止长时间计算

某些 OpticStudio 工具可能需要相对较长的计算时间。例如，局部优化、全局优化和公差分析工具的运行时间可从几秒钟到数天。要停止运行这些工具，可以单击显示的“中止 (Terminate) ”按钮。在单击“中止”按钮后，OpticStudio 可正常退出计算，并重新控制主程序。通常，这些计算结果不可用，也不会显示。

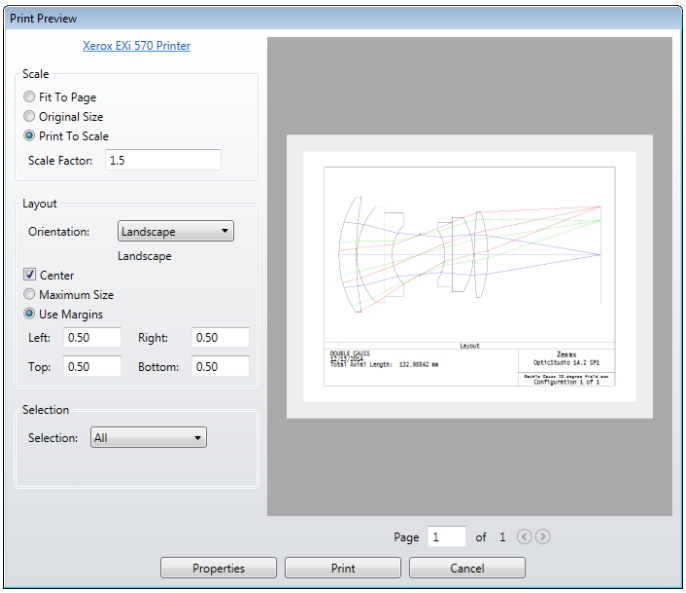
在某些环境下，某些分析功能（例如 MTF 和像质分析功能）将长时间运行。例如，复杂的 MTF 网格或像质分析的光线密度计算需要较长时间。但是，分析功能不会显示状态框或中止按钮，因为分析功能直接在窗口中显示其输出。因此，可使用键盘命令“退出（ Escape) ”终止长时间的分析计算。此功能没有等效的鼠标操作，只能使用 Escape 键。

Escape 键将终止 MTF、PSF、圈入能量和其它衍射计算。如果按下 Escape 键，将重新控制主程序（可能需要 1 秒或 2 秒钟），并且窗口中显示的数据无效。对于像质分析功能，Escape 键将终止新的光线追迹，但系统会在结果不完整的情况下显示已追迹的光线，并且这些光线的数据是正确的。

打印窗口

帮助文件的“设置 (Setup Tab) ”选项卡部分的“配置选项 (Project Preferences) ”内“绘图 (Graphics) ”部分包含按比例打印视图的设置以及默认的打印方向设置。

此外，任何分析窗口的工具栏中的打印机图标均可调出“打印预览 (Print Preview) ”对话框窗口。在该对话框中，您可以配置所需的打印机、缩放和页面范围等选项。打印快捷键也可打开“打印预览”窗口，默认情况下，此快捷键为“Ctrl+P”。



高级设置

使用左上角的选定打印机名称的链接，或者单击“属性 (Properties) ”按钮，可选择所需的打印机以及高级打印机驱动程序设置。请注意，高级设置对话框上的“打印 (Print) ”按钮不会真正进行打印，而只是接受新设置并关闭对话框。

取向

取向用于控制以纵向还是横向模式打印输出。有四个选项：

1. **默认** – 使用打印机高级设置中的当前值。

2. **自动** 调整– 根据纸张尺寸和所选缩放模式，确定最合适的打印方式。

3. **纵向**

4. **横向**

取向选择框的下方将会显示计算的方向 （在选择“默认”或“自动”时非常有用）。

最大尺寸

当“使用边界 (Use Margin) ”允许用户手动指定四个边界时，“最大尺寸 (Maximum Size) ”将使用打印机驱动报告的最小边界。边界设置以英寸为单位，无论是文本还是图形窗口，此设置都将影响打印结果。

缩放

缩放决定绘图如何缩放以适合输出页面。请注意，所有缩放选项都同等应用于两个轴（即保持一定的纵横比）。目前有三个选项：

1. **适合页面** – 充分利用单个页面上的尽可能多的空间。

2. **原始尺寸** – 试图按照当前显示在屏幕上的输入文本或绘图的准确尺寸（而不是预览窗口中的尺寸）进行打印。

3. **按比例打印**（仅适用于布局图）- 布局图将基于镜头单位，以 1:1 的比例进行打印。

“居中 (Center) ”选项用于调整绘图，使其位于打印页面中间，而非左上角。

选择

有多个选项可用于选择要打印哪些可用页面。请使用右下角的预览页面控件来决定要打印哪些页面，然后从以下选项中进行选择：

1. **所有**

2. **范围** – 用于选择要打印的连续页面范围，从 x 到 y。

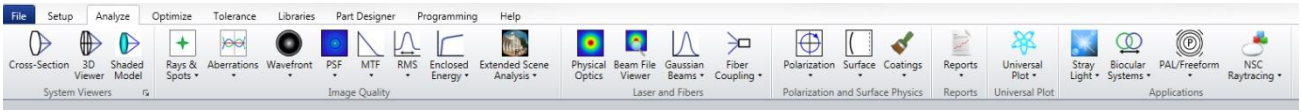
3. **当前** – 仅打印当前预览页面。

4. **选定**（仅适用于文本） – 仅打印当前选定的分析文本。请注意，只有在打印文本时，在打开打印对话框之前已选择了文本段落的情况下，此选项才可用。

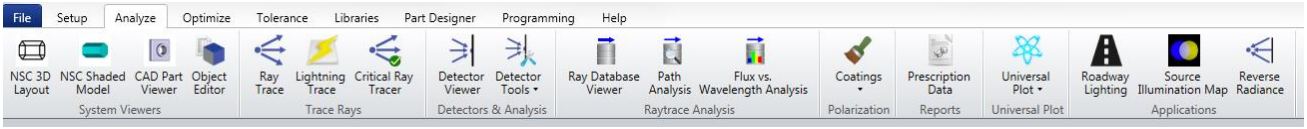
分析选项卡（非序列模式用户界面）

The Analyze Tab (non-sequential ui mode)

分析选项卡（序列模式用户界面）

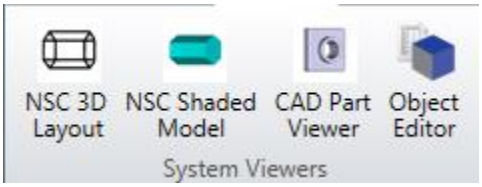


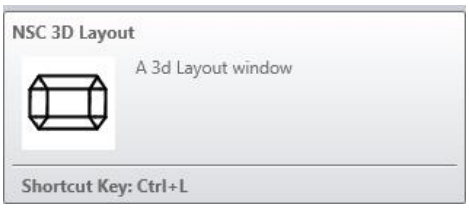
分析选项卡（非序列模式用户界面）

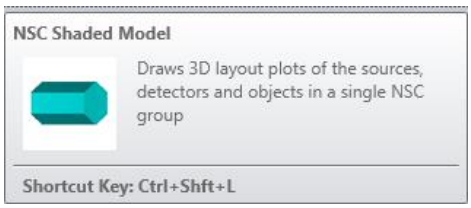


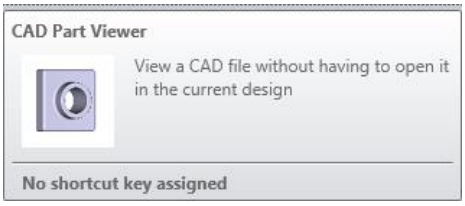
视图组（分析选项卡，非序列模式用户界面）

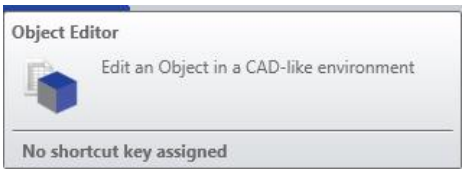
System Viewers Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)





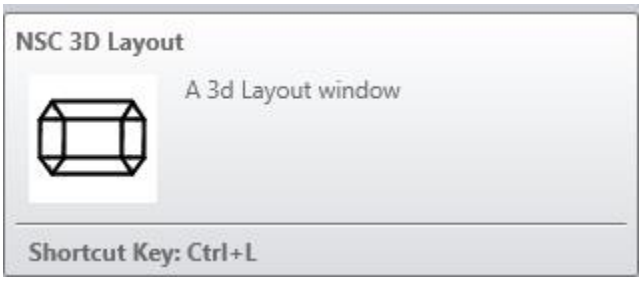






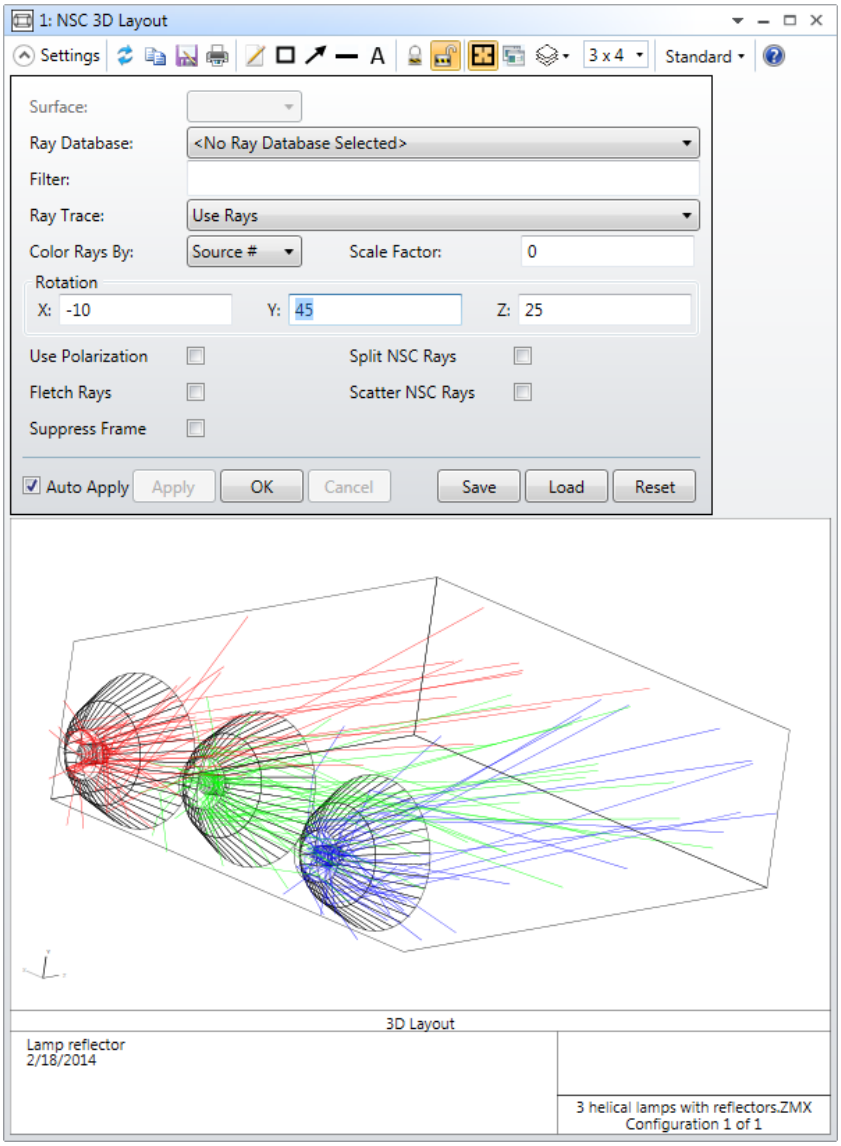
非序列 3D 视图





此功能只在 OpticStudio 专业版和旗舰版中提供。

绘制出单个 非序列组中的光源和物体的 3D 布局图。



光线箭头　　如果勾选，则将在每条光线上绘制箭头，以指明光线传播方向。

分裂光线　如果勾选，则非序列光源的光线将按统计概率在光线和表面的交点处产生分裂。从输入口进入的光线不会受此设置的影响。

散射光线　如果勾选，则非序列光源的光线将按统计概率在光线和表面的交点处产生散射。从输入口进入的光线不会受此设置的影响。

使用偏振　　如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何在分析功能中使用偏振的信息，请参阅系统选项的“偏振”部分。

压缩框架　　在窗口底部不绘制文本框，以为布局图留出更多空间。并且不会显示标度尺、地址栏或其它数据。

结构　选择“全部”可显示所有结构，选择“当前”仅显示当前结构，也可以选择任意其它结构结合在一起。

颜色显示　　选择“光源#”可区分从不同光源追迹的光线（除非用户自定义了该光源的颜色），选择“波长#”可区分不同波长的光线，选择“结构#”可区分不同结构的光线，选择“波长”可将光线颜色近似为可见光光谱中的颜色，选择“分段#”可区分不同分段的光线（光线离开点光源之后与物体表面相交的次数）。

表面　　选择非序列元件的表面。

比例因子　　如果比例尺设置为零，则默认为“充满窗口”，3D 视图将按比例缩放系统的尺寸以填充图表。如果输入数值，则 3D 视图将以“实际”尺寸乘以比例因子绘制图形。例如，如果比例因子为 1.0，则将在打印机（而不是显示器）上打印实际尺寸的镜片。如果比例因子为 0.5，则将按照镜头尺寸的一半进行打印。

绕 X 轴旋转　镜头绕 X 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Y 轴旋转　镜头绕 Y 轴旋转的角度（以度为单位）。

绕 Z 轴旋转　镜头绕 Z 轴旋转的角度（以度为单位）。

沿 X、Y、Z 轴偏移　不同结构显示时的 X、Y 和 Z 方向的偏移量（单位与透镜单位相同）。仅在绘制“全部”结构时才会起作用。

光线追迹　　如果选择默认选项“使用光线”，则使用常规光线追迹绘制图中的光线，追迹的光线数目由非序列元件编辑器中定义的所有光源的“输出光线条数”确定。

如果勾选任意一个“使用 LightningTrace ”选项，则会在图中绘制 LightningTrace 网格上的光线（请参考“LightningTrace 控制”）。网格光线将以“4 x”光线采样和“低（1 倍）”边缘采样进行绘制（如果网格光线的总数超出绘图中可以绘制的光线总数，则 OpticStudio 会自动将光线采样降低为“低（1 倍）”）。

当选中“使用 LightningTrace - 真彩色”，则绘图中每根光线的颜色使用三色值确定（如果三色值为零，则光线颜色为黑色）。

当使用“使用 LightningTrace - 平均波长”，则绘图中每根光线的颜色根据发射光线的光源决定；光线的颜色为光源发出所有光线的波长的平均值。

字符串　　如果不输入指令，则会绘制所有光线。否则仅绘制满足过滤字符串定义的光线。有关过滤字符串语法的详细信息，请参考“过滤字符串”。

所使用的过滤字符串将显示在布局图的右下角。如果使用的是路径过滤，则可通过按空格键来增加路径编号及其相关的过滤器。在按住 Ctrl 键的同时按空格键会减少路径的编号，如果再同时按住 Shift 键则会将路径编号以 10 为间隔增加或减少。详细信息请参考“路径分析”。

光线数据库　如果不进行选择，新的光线将被追迹并显示。如果选中一个 ZRD 数据库文件，则只显示数据库包含的光线。无论哪种情况，如果存在过滤字符串，都会被应用于其中。通常情况下，从大型数据库中直接读取光线要比重新追迹这些光线的速度更快。使用光线数据库的另一个优点是在数据库被替换之前，光线始终是相同的。OpticStudio 不能识别所选光线数据库的光线是否符合当前显示的镜头组；因此选择 ZRD 文件时需要格外注意是否与当前显示的透镜组相匹配。有关 ZRD 文件的详细信息，请参考“光线数据库 (ZRD) 文件”。

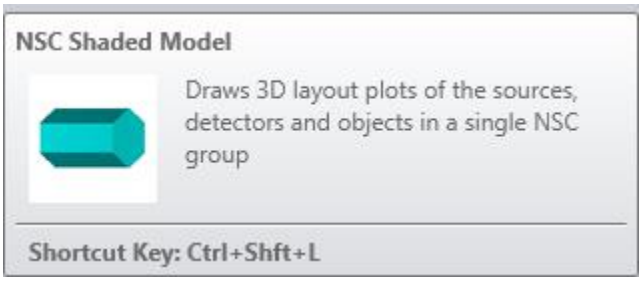
讨论

上述设置与三维布局图中对应的设置十分相似。然而，此功能仅适用于绘制单个非序列元件组中的物体，而且仅适用于追迹和绘制在这个非序列组中定义的光源所发出的光线。

如果想要使元件表面部分透明，请参考“表面属性中的类型选项卡”。

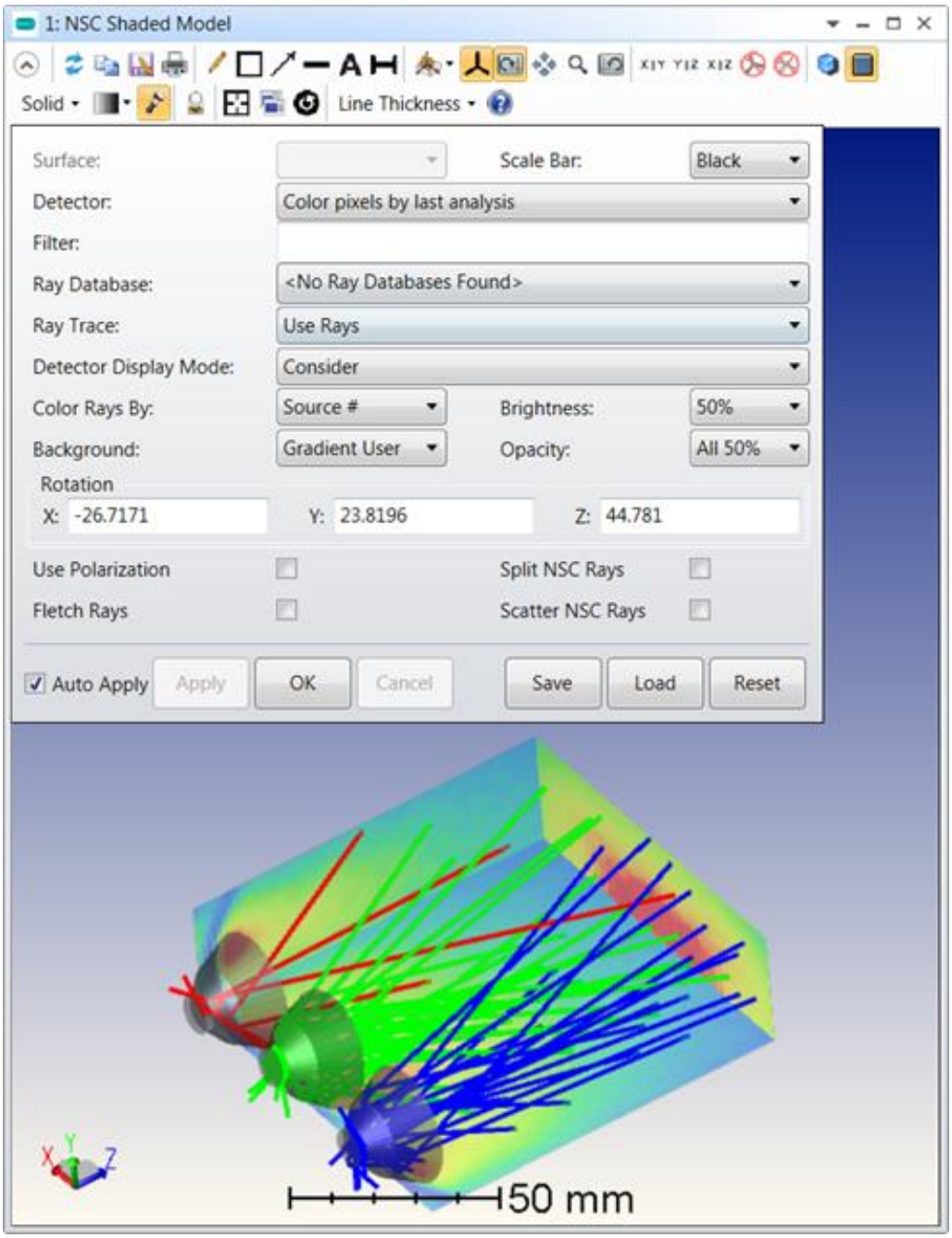
非序列实体模型





这一功能只有在 OpticStudio 专业版和旗舰版中提供。

绘制实体模型表示非序列组中的元件。



该分析功能的选项设置非常类似于非序列三维布局图和实体模型中的选项。

两个附加的功能是：

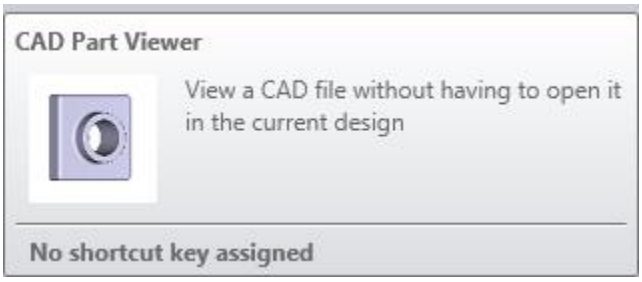
- **探测器：**这一选项可允许探测器的像素颜色以最后一次追迹结果决定或以视图上光线颜色决定。探测器可以选择伪彩色或黑白灰度图显示，也可以选择显示相干强度或其它探测器查看器所支持的选项。详细信息请参考“探测器”。

  探测器显示模式： 这一选项可将所有探测器缩设为同一标准。对于矩形或面探测器，任何数据类型都将根据需要转换为非相干或相干照度。颜色探测器的数据类型将转换为照度。物体探测器的数据类型将根据需要转换为光通量或照度。

  探测器显示为伪彩图或黑白图时，探测器将忽略对数标尺和最大标尺选项选项。注意选项“考虑”使用每个物体的设置。

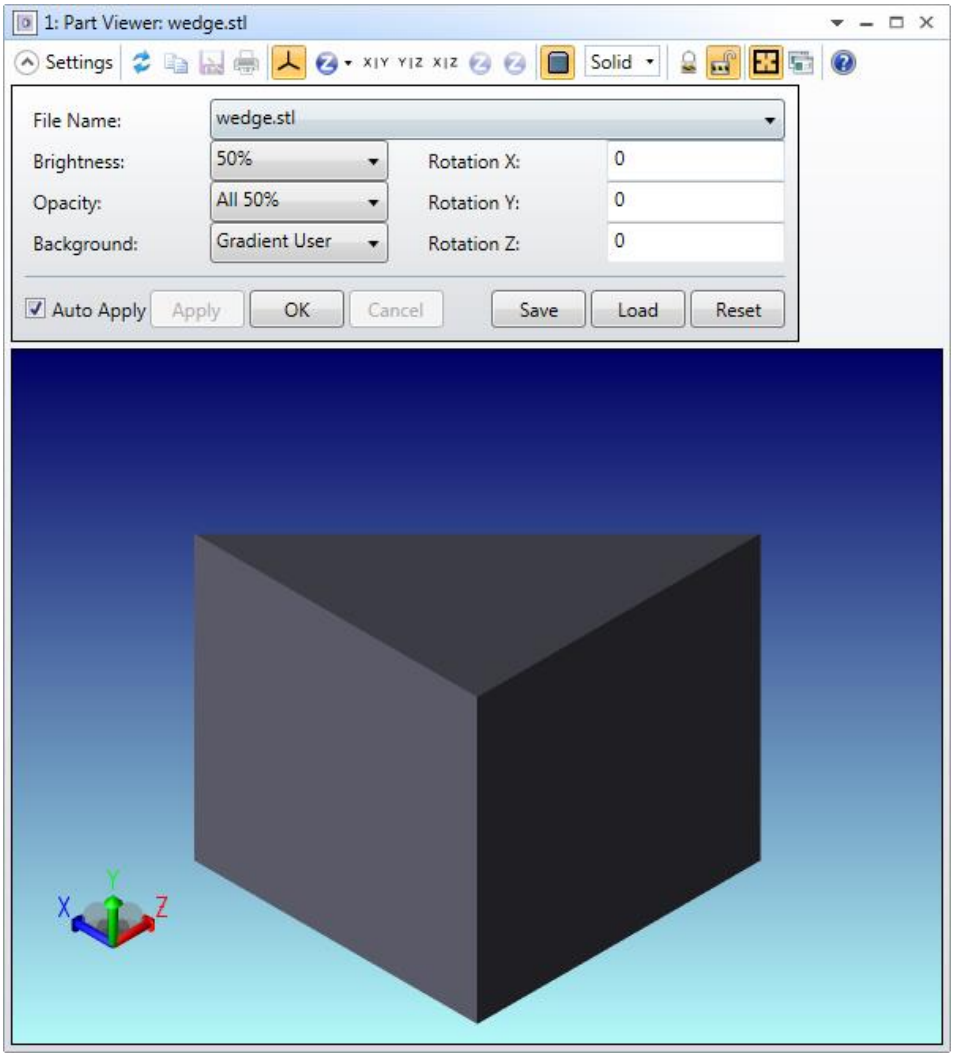
CAD 零件查看器（视图组，分析选项卡，非序列模式用户界面）





这一功能只在 OpticStudio 旗舰版中提供。

将 CAD 格式定义的零件或装配体以实体模型绘制在图表中



文件名称 选择要绘制的 CAD 零件文件。

亮度 该选项控制零件的亮度变化。

透明度 若将所有表面和物体绘制为不透明则该选项可以忽略。若选择 50%或其它百分比，则将绘制所定义透明度的半透明物体。

背景　选择背景颜色。

旋转 X 轴　　镜头绕 X 轴旋转的角度（以度为单位）。

旋转 Y 轴　　镜头绕 Y 轴旋转的角度（以度为单位）。

旋转 Z 轴　　镜头绕 Z 轴旋转的角度（以度为单位）。

详述

可以使用鼠标或光标键来旋转物体以改变视角。当选择 SolidWorks（*.sldprt、*.sldasm）、Autodesk Inventor（*.ipt、*.iam）或 Creo Parametric（*.prt、*.asm）文件时，文件将自动转换为 STEP 或 IGES 格式 文件以便查看。

物体编辑器（视图组，分析选项卡，非序列模式用户

界面）



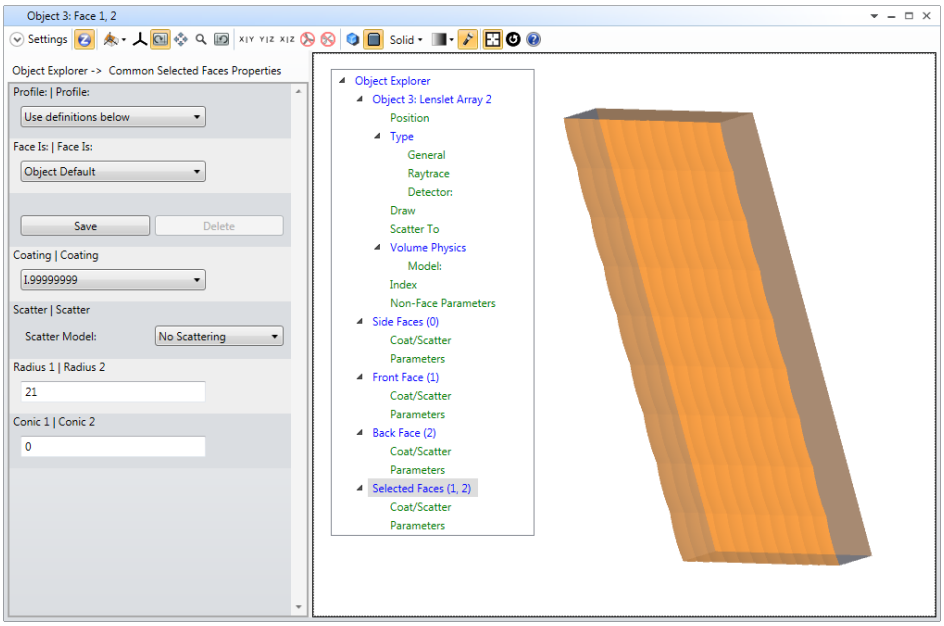


这一功能只在 OpticStudio 专业版和旗舰版中提供。

有关物体编辑器（编辑器组）的文档可以在设置选项卡中找到。

物体编辑器是一种可以查看和编辑物体属性的交互工具。物体编辑器中的所有信息也可以在

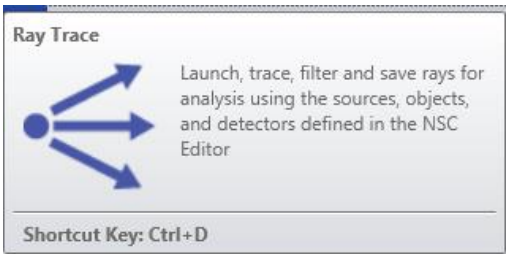
非序列元件编辑器和物体属性中找到。



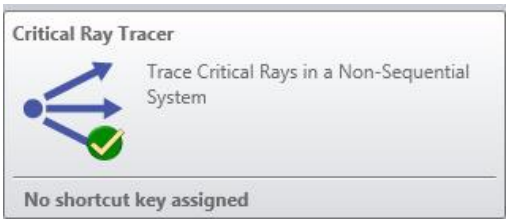
详细信息请参考“设置选项卡”中的“物体编辑器（编辑器组）”文档。

光线追迹组（Trace Rays Group）



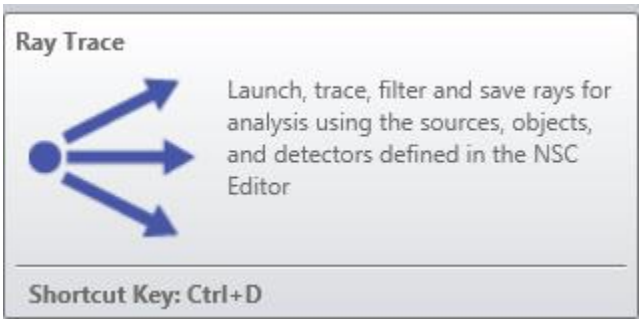




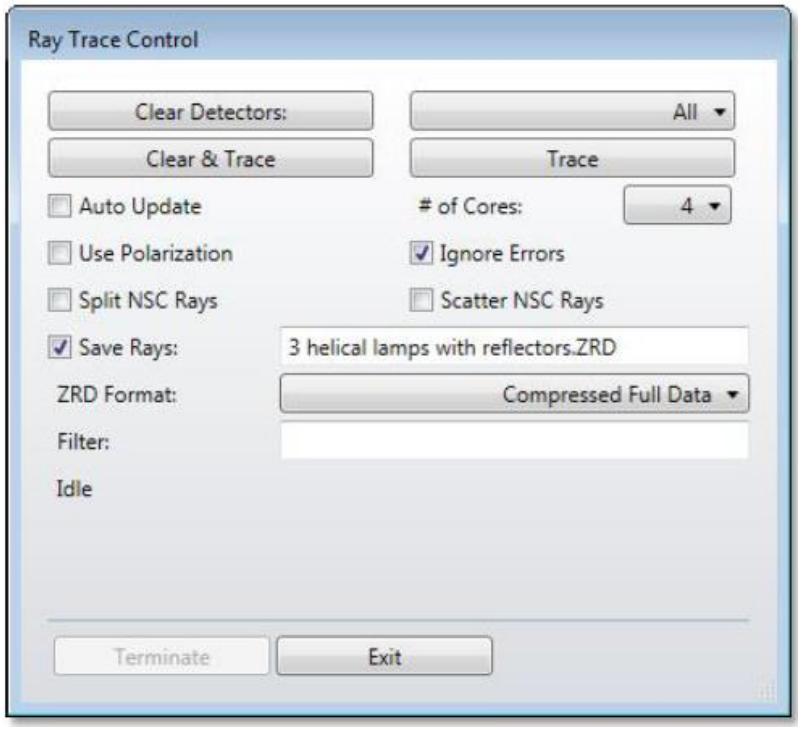


光线追迹





光线追迹控制是用来发射和追迹光线，对用户定义的光源、物体和探测器进行分析。光线追迹控制各选项定义如下所述。



清空探测器　选择清空“全部”或任何一个特定的探测器。这样会将探测器全部像素上的能量重置为零。

清除并追迹　清除所选探测器上的数据，并开始追迹光线。有关详细信息，详细信息请参考“清空探测器”和“追迹”。

追迹　开始追迹所有自定义光源发出光线。追迹开始之后，只有“中止”和“自动更新”选项可用。有关启动光线追迹的其它效应，请参考下方“讨论”。

自动更新　　如果选中，所有探测器将周期性更新，以便监控追迹进度。

内核数目　　选择为执行光线追迹任务分配的 CPU 数量。即使在单核 CPU 计算机上也可以选

择多核，在这种情况下单核 CPU 将为多个并发任务进行分时处理。OpticStudio 将检测系统处理器数量作为内核数目默认值。使用更多的 CPU 可以加快计算速度，但是需要的内存也会显著增加。如果 OpticStudio 显示内存不足的错误，或者开始使用硬盘作为内存缓存，则需要减少所使用 CPU 的数量。

使用偏振　　如果选中，则在确定光线的能量、反射、透射、吸收和镀膜影响时将考虑偏振效应。如果“NSC 光线分裂”被选中，则“使用偏振”将自动选中，因为光线分裂需要考虑偏振效应以提高准确性。

有关 OpticStudio 如何使用偏振的详细信息，请参考“系统选项”中的“偏振（系统选项）”。

NSC 光线分裂 如果选中，光线在交界面处将根据“光线分裂”中定义的属性分裂光线。

散射光线　　如果选中，光线在交界面处将根据界面的散射属性散射光线。

忽略错误　　如果选中，光线追迹产生的错误将被忽略，并且出现任何错误都不会中止光线追迹。使用此功能应当注意的是，错误可能表明追迹的系统存在严重问题。然而就算是某些性能出色的系统偶尔也会出现少数光线追迹失败的情况，这是由于有限的计算精度及其他小问题导致的。如果追迹结束后报告的“能量损耗（错误）”显示的功率远小于所有定义光源的总功率时，则可以安全地忽略这些触发错误的光线。详细信息请参考“能量损耗”。

保存光线　如果选中，光线数据将以指定文件名进行保存。文件名应该带有正确的扩展名，且不包含文件夹名称。另请参考“字符串”。

字符串　　这一选项只有选中“保存光线”时才可使用。如果字符串输入不是空白，则所

定义的过滤字符串将应用于每一束追迹的光线上，并将过滤后的光线保存到文件中。只有经过字符串过滤后的光线才会被保存。这会显著降低需保存的数据量，因此减小保存的 ZRD 或 DAT 文件大小。有关字符串语法的详细信息请参考“字符串过滤”。

讨论

在执行蒙特卡罗光线追迹时，有一些需要重要注意的事项。当清空探测器时，每个像素上记录的所有能量计数都会重置为零。点击“追迹”按钮之后，OpticStudio 会根据非序列编辑器所列光源的分析光线条数追迹相同数目的光线。每个光源都有对应的功率，并且以瓦特或其它单位表示（请参考“分析单位”）。从给定光源中发出的每根光线的初始强度为该光源的总功率除以分析光线的条数。例如，总功率为 1 瓦的光源追迹 1,000,000 条光线，则每条光线具有的初始功率为 1.0E-06 瓦。

如果在光线追迹过程在所有光线完成追迹之前中止，则探测器物体中列出的总功率和峰值功率会计算不准确，尽管已追迹的光线的分布是准确的。光线追迹不支持暂停和恢复功能，因此一旦光线追迹被中止，再次点击追迹将开始全新的光线追迹。

如果清空探测器后按下追迹按钮，则光线追迹过程完成，如果这时再次按下追迹按钮，则所有探测器将会显示两次追迹叠加后的结果。由于光源可以随时被添加、删除或修改，因此 OpticStudio 无法准确地统计两次清空探测器操作之间进行的光线追迹的次数。

为了准确计算功率，在每次运行光线追迹之前都应清空探测器，并且不要在追迹过程中中止追迹。

将光线数据保存到文件

如果选中“保存光线”选项，则会将某些或所有追迹的光线数据保存到文件中。所保存数据的类型取决于这里输入的文件扩展名。

如果文件扩展名是 .ZRD，则会保存完整（或经过字符串过滤）的光线数据。此光线数据文件将保存在与追迹的镜头文件路径相同的文件夹中。在 OpticStudio 中， ZRD 格式文件用于在光线数据库查看器中查看光线数据（参阅“光线数据库查看器”）。有关 ZRD 格式的详细信息请参考“光线数据库 (ZRD) 文件”。

如果扩展名是 .DAT 或 .SDF，则入射到特定物体（或经过字符串过滤）的光线会被保存为一个光源文件。这一文件格式为光源文件物体（参考“光源文件”）。

如使用光源文件格式，则文件名必须为 n-文件名.DAT 或 n-文件.SDF 的形式，其中 n 是特定物体的编号且为整数。在这种情况下，系统会创建文件名.DAT 或 文件名.SDF 文件（已移除 n- 部分），文件中包含所有入射到编号为 n 的物体的光线数据。

例如，文件名“11-ReferenceObject.DAT”会将所有照射到物体 11 的光线保存到文件“ReferenceObject.DAT”中。文件将被存放在 <objects>\Sources\Source Files 文件夹中（请参考“文件夹”）。如果文件扩展名为 .DAT，则会使用旧版的“仅光通量”格式存储光线数据，并且波长数据将会丢失。

这将生成更小的文件，建议仅在单色光源的情况下使用。如果文件扩展名为 .SDF，则会使用新版的“光谱颜色”格式存储光线数据，并且存储每条光线的波长数据。有关光源文件格式的详细信息请参考“二进制光源文件格式”。

保存光线会显著降低计算速度，因为将数据写入文件会比光线追迹慢很多。因此，应该仅在需要将光线数据用于后续分析时，才使用保存光线功能。

能量损耗

在对某些 NSC 系统进行追迹时，并非每条光线都能成功追迹。当光线追迹因错误而中止后，与该光线相关联的能量称为“能量损耗”。能量损耗的单位与光源能量单位相同（请参考“光源单位”）。有多种原因可以使特定光线追迹被中止：

- 如果光线在追迹过程中能量下降至最小能量阈值以下，则这条光线的追迹会中止。

最小相对和绝对能量阈值在“非序列（系统选项）”中有详细说明。

光线追迹控制会报告由于阈值设置而产生的能量损耗。

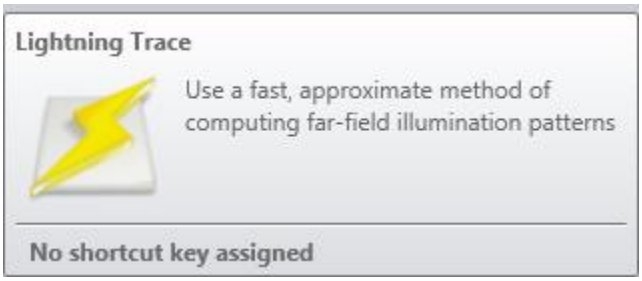
- 有时几何误差或舍入误差会导致光线追迹无法继续进行。几何误差通常是由欠定义的实体或不合适的物体嵌套所导致的。当某个表面的迭代失败或者无法计算膜层数据时，有可能造成一些光线的入射点和折射数据计算有误。当光线经过物体的交切点、嵌套层或线段数量达到所设定的最大值时，光线追迹同样会报错并中止。光线追迹控制会将这类错误造成的损耗显示在能量损耗（错误）中。

- 当光线入射到物体边缘时有可能由于局部反射和折射的计算错误造成追迹中止。如果光线入射点与物体边缘或多个物体的交界面上法向量非平行的点的距离在一定阈值内，则认为光线入射至物体的边缘处。对于大多数物体，阈值距离近似于以镜头单位表示的胶合厚度。在沿着多面体的边缘方向上，阈值距离近似为胶合厚度（此数值为无量纲数）乘以多边形面的边数。请注意，光线入射点很接近零件边缘时无论如何也无法给出准确的物理解释；光线在实际物体上的入射点与边缘距离为几个波长之内时会对入射的所有光能量发生衍射（或散射）效应。当光线错过所有物体，或者被膜层吸收、体吸收或被探测器吸收时会中止光线追迹。OpticStudio 在处理所有这些吸收光线时不会将这些光线的能量视为能量损耗因此不提示错误或报告，这是因为我们已知这些能量被系统吸收或传播到系统之外，这些能量在系统计算范围之内因此不属于能量损耗。

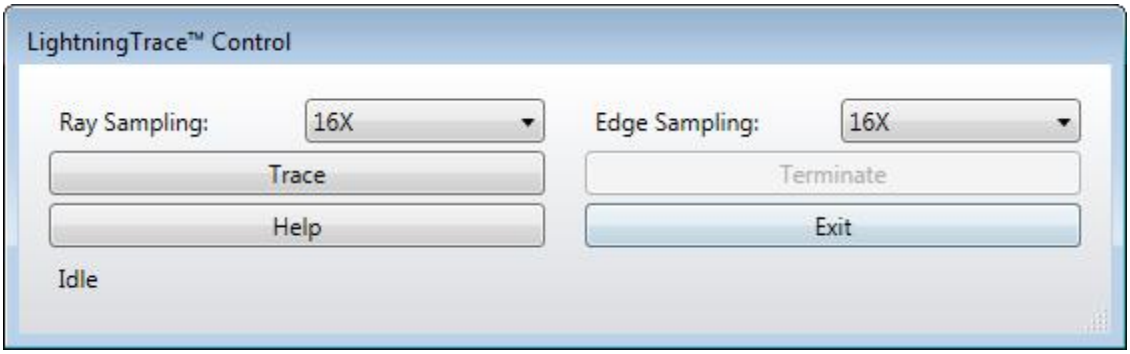
如果能量损耗的比例较小，则可以忽略能量损耗。即使是精心设计的精确的光学模型偶尔也会出现伪光线追迹错误。那些入射点在零件的边缘或多零件衔接处而被吸收的光线通常只是系统总能量中的很小一部分。如果能量损耗异常偏高，则需要检查设置（请参考“最小相对光线强度”）和物体几何体的形状。如需进一步研究几何错误请参考“错误光线工具”。

Lightning 追迹





设置完自定义光源、物体和探测器后，使用 LightningTrace 控制发射和追迹特定离散网格的光线进行分析。LightningTrace 控制各选项定义如下所述。



光线采样　　用于定义发射光线的初始网格采样。

边缘采样　　用于定义网格解析物体边缘的精度。

追迹　开始追迹来自所有定义的光源的网格光线。在开始追迹之前所有探测器将自动清空（所有探测器上的全部像素的能量值重置为零）。

讨论

此功能使用一种高级光线插值算法（专利受理）可在无需追迹数百万条光线的情况下迅速估算出辐照度分布。这一功能的目标是快速的近似分析出光线分布，相比使用传统的光线追迹（参考“光线追迹控制”），LightningTrace 可以大幅提高照明系统建立初始结构及优化设计的速度。

使用 LightningTrace 时，每个定义的光源会发射并追迹特定的光线组。发射光线的方向沿着光源定义的网格方向。网格的分辨率由“光线采样”输入，其分辨率在“低（1 倍）”到“1024 倍”之间（请注意，网格尺寸翻倍时，网格光线的数量会是之前的四倍）。所有从网格光线都会从对应光源的中心位置发射。因此，LightningTrace 忽略了每个光源的大小和空间

分布，并描述光源的远场分布情况。

当光线追迹通过系统，OpticStudio 会自动更新网格光线，以确保在有足够数量的光线从光源发出通过每个物体并最终射到任意探测器上。用户可以通过输入“边缘采样”来控制光线射到物体边缘时网格的更新精度。该输入同样介于“低（1 倍）”和“1024 倍”之间。

离开网格的光线将按照通常的方式进行追迹。然而网格光线只会沿反射光线的路径前进，不支持光线的分裂和散射效应。在追迹网格光线时，也不会考虑偏振效应。最后，每个光源的总体颜色（例如三色值）在追迹过程中会被保留，远场发散角根据颜色的不同而产生的变化也将会被保留，但光源的光谱分布会被忽略，网格光线的追迹将使用光源的平均波长。

LightningTrace 分析使用的初始网格光线（在 OpticStudio 做任何自动更新前就生成的网格）可以在非序列 3D 视图和非序列实体模型中查看（请参考“非序列 3D 视图”和“非序列实体模型”）。需要注意的是，网格发射出的每条光线的强度并不是不变的；光线在任意角方向上的强度由光源在对应区域的远场强度确定。

LightningTrace 的分析结果可以在矩形探测器、颜色探测器和极坐标探测器物体上观察（请参考“非序列探测器”一章）。如想在以上探测器上观察分析结果，则探测器必须是系统中的终端探测器（即光线在照射到探测器之后，不再与任何其它物体作用）或者探测器的材料必须为“吸收”。此外，在观测矩形探测器或颜色探测器物体上的结果时，只有空间数据是有效的。对于角度数据可以使用极坐标探测器物体进行观察。观察结果可以根据通常的方式在探测器查看器中查看（请参考“探测器查看器”）。

LightningTrace 支持几乎所有光源，包括 RSMX 测量生成的光源文件（请参考“生成光线文件”）。但是， DLL 光源、CAD 导入光源和物体光源是 LightningTrace 不支持的。这是因为这些光源的尺寸和空间分布对系统设计很重要。因此 LightningTrace 不适合模拟包含这类光源的系统。如果系统包含 LightningTrace 不支持的光源类型，则不能使用 LightningTrace 分析该系统。

使用建议

LightningTrace 的主要优势是速度快。由于只追迹网格分布的光线，追迹通过系统的光线数量通常远小于常规光线追迹时使用的光线数量。对于网格间隙的区域，系统使用一种先进的光线插值算法来计算网格光线在该区域的结果。正因为如此，LightningTrace 只能近似的描述系统性能，在某些案例中 LightningTrace 的追迹结果可能会产生伪像（例如许多噪点）。产生噪点的常见例子是在对称的光学系统（例如轴上）中使用 LightningTrace，探测器结果显示多个像素存在异常。然而对于大多数照明系统而言使用 LightningTrace 的近似结果是有效的。在这些系统中，使用 LightningTrace 进行光线追迹和优化（可通过操作数 NSLT，请参考“优化操作数”）的速度要比常规光线追迹快一个数量级以上。

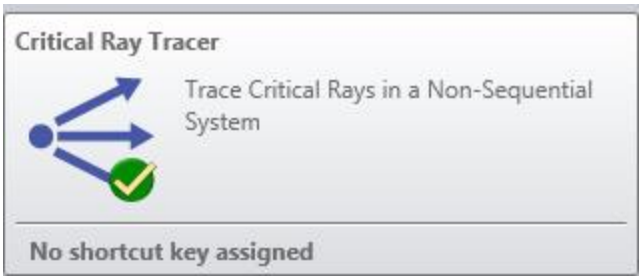
LightningTrace 在系统中所有光源的尺寸和空间分布对于系统设计不重要时表现出色，在这类系统中一般光源本身的空间尺寸足够小或者光源与接下来的光学器件足够远。例如，LightningTrace 非常适合模拟包含尺寸非常小且远场分布较为复杂的 LED 光源。因此，LightningTrace 对于设计 LED 照明系统来说是非常理想的工具，例如建筑照明或街道/道路照明系统（有关辅助设计道路照明系统工具的详细信息，请参考“道路照明”）。

LightningTrace 不适合用于特定照明系统（在这些系统中，光源会成像到探测器上），或者系统中的光源尺寸和空间分布非常重要（例如 LED 准直器或光束扩束器）。此外，对于包含匀光器（或其它散射元件）的系统，或含有显著色散（例如衍射光栅产生的色散）的系统，LightningTrace 得到的结果并不准确。最后，LightningTrace 不能模拟光学系统中完美的平行光束。以上所述系统在设计中都应使用常规光线追迹。

对于适合使用 LightningTrace 的系统（例如 LED 照明系统）而言，LightningTrace 为用户提供了一个快速直观的工具，可以方便地查看设计结果。对于这些系统，LightningTrace 能够有效地与可视化优化器（参阅“可视化优化”）一起使用，以便在设计时实时观察不同输入引起的系统性能的变化。当设计接近目标后应使用更为可靠的常规光线追迹分析，使用更为准确的辐射光源进行建模，以验证 LightningTrace 的分析结果。

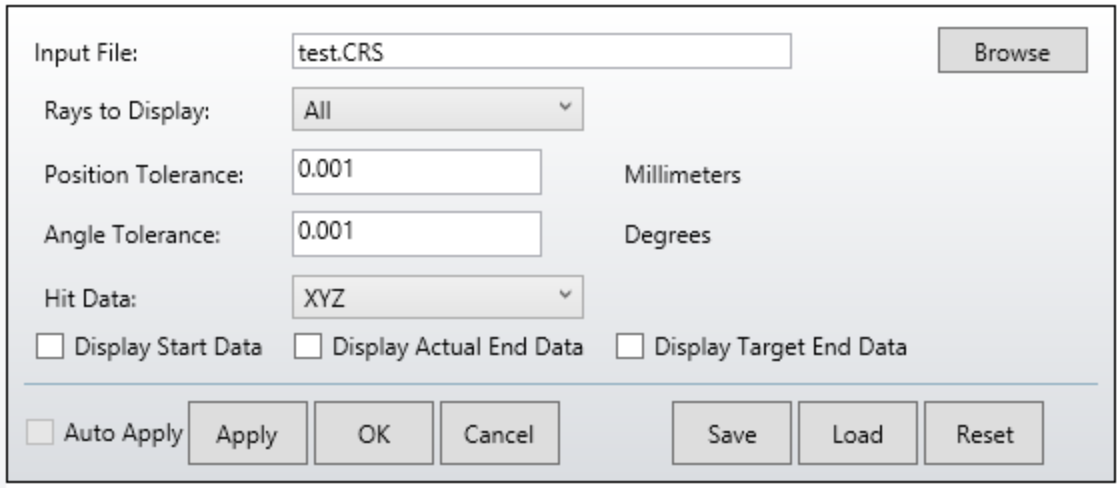
特定光线比对（分析选项卡，非序列）





该功能只在 OpticStudio 旗舰版中提供。

特定光线比对工具可从包含“特定”光线的 ASCII 文件中读取用于非序列追迹的光线数据，并提供数据输出表格指明每根光线是否完整的穿过系统完成追迹，以及每根光线的位置和方向余弦是否在文件提供的某些公差目标值范围内。此工具可以让工程师验证序列模式下的设计在经过非序列模式下的修改后，其序列模式下的性能没有受到影响。



输入文件 该文件包含所需追迹的特定光线。默认设置下，特定光线比对会在当前目录中查找以 “–PROD.CRS” 为结尾的文件。如果无法找到该文件，则会在当前目录中搜索以 “–PROD-NONSEQ.CRS” 为结尾的文件。如果该类文件也无法找到，则会使用当前目录中的第一个 CRS 文件。

光线显示 选择“所有”则显示所有光线，选择“失败光线”则仅显示追迹失败的光线，选择“通过光线”则仅显示通过的光线。

位置公差 目标光线位置和实际光线的位置之间所允许的最大差值，单位为镜头单位。

角度公差 目标光线的矢量方向和实际光线的矢量方向的夹角所允许的最大差值，单位为度。

数据显示 选择“XYZ” 显示 XYZ 坐标数据，选择 “LMN”显示 LMN 方向余弦数据，或者选择 “XYZ LMN”显示 XYZ 和 LMN 数据。

光线起点 显示光线的初始数据。

光线实际落点 显示终止段的光线数据。

光线目标落点 显示光线在初始序列模式中记录的中止数据。

讨论

通常来讲，光学系统首先在序列模式下进行设计，然后转换至非序列模式以便添加封装结构以及用于减少杂散光的结构。特定光线比对功能可用于分析这些修改对系统的影响。输入到特定光线比对中是一个 CRS 格式的文件，它包含一系列特定光线在起始处的位置和方向以及目标终点处的位置和方向。输入特定光线比对功能的 CRS 文件最好由序列模式中的特定光线生成器生成的。有关此文件格式的详细信息，请参阅“特定光线生成器”中的详述。光线将以输入文件中给定的起始位置和方向发射，并追迹通过当前系统。根据光线是否以目标方向到达目标位置作为评判光线通过/失败的标准。

特定光线比对功能会输出一个通过/失败结果表格，表格上包括每条光线的通过/失败结果以及光线终止时到达的物体。光线通过视场点、波长和光线标记来定义，其中包括：

- 主光线
- 边缘光线
- 网格光线
- 环形光线
- Y 轴上非主光线或边缘光线的一部分光线
- X 轴上非主光线或边缘光线的一部分光线
- X 轴和 Y 轴上非主光线或边缘光线的一部分光线

- 光线列表中的一部分光线

用户可以选择显示光线起始位置和方向、目标结束位置和方向以及实际结束位置和方向这些附加数据。输出列表中的第一行包括通过光线所占百分比以及失败光线所占的百分比。

为了确定光线通过还是失败，特定光线比对功能会在目标坐标值 XYZ 处以给定的倾斜量插入一个探测器。如果光线在其它物体上终止或者没有在任何物体上终止，则此光线将被判定为失败。如果光线落在所插入的探测器上，但是实际落点的 XYZ 坐标值或在探测器上的方向不满足用户指定的公差时，此光线将被判定为失败。如果光线未在任何表面上终止，则终点物体为0。如果光线终止于所插入的探测器上，则终点物体为“目标位置”。仅当光线落在正确的探测器上，并且 XYZ 坐标值和光线的方向处于用户指定的公差之内时，光线被判定为通过。

如果用户修改系统波长，使得没有一根光线的波长与文件中的匹配，则特定光线比对功能会报告错误消息并中止分析。当系统中存在多重结构时，则使用当前结构进行分析。在列表中所标注的光线，其视场点列以 ″NA″表示。

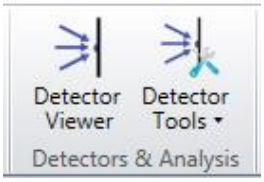
错误将被忽略错误。不使用偏振、光线分裂和散射。

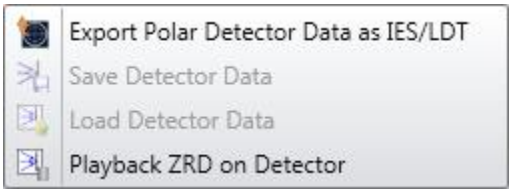
光线的数目受限于（最大视场数）*（最大波长数）*（最大光线数）^2 = 127008 根。如果文件中包含更多的光线，则会报告错误消息并且中止分析。

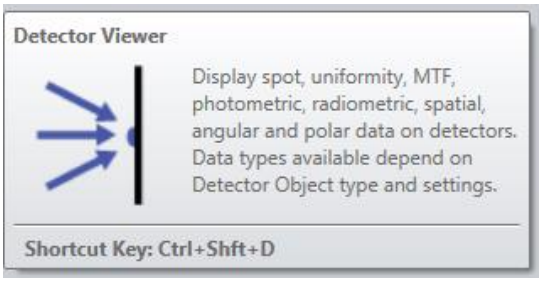
使用 .CRS 文件作为光源文件物体

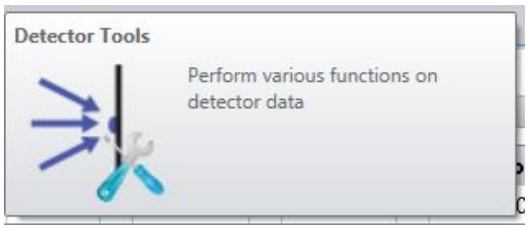
在非序列模式中光源文件物体可以读取特定光线文件。这可以使特定光线光源和其它任何光源文件一样进行追迹和分析。

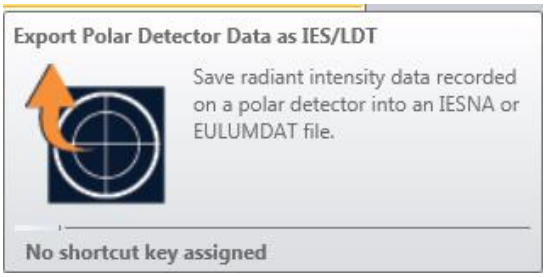
探测器组（Detectors Group）

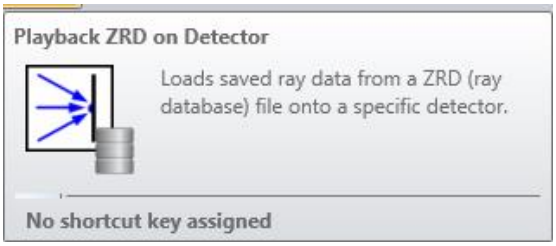






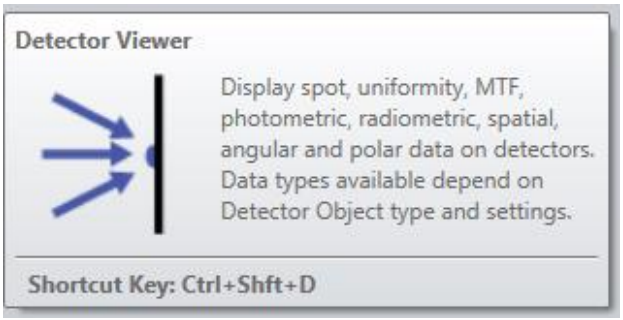




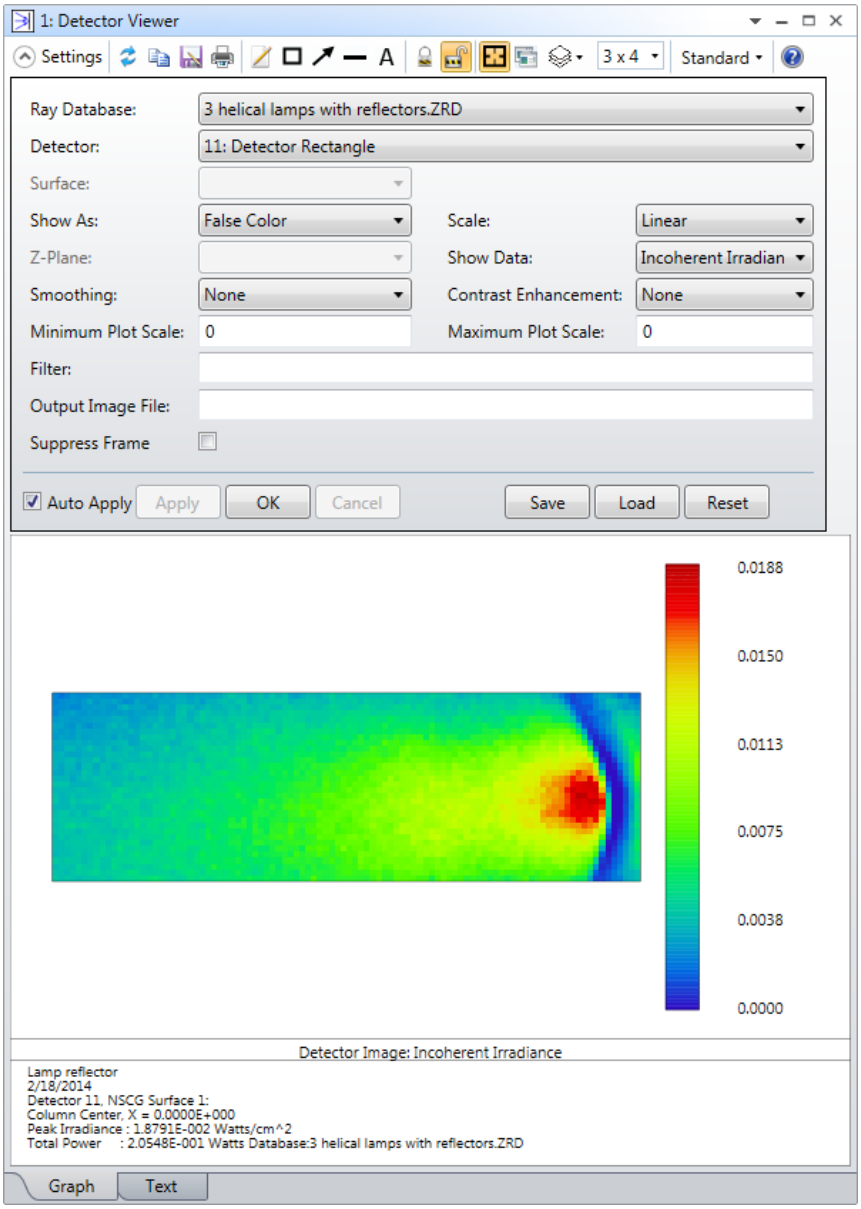

Playback ZRD on Detector
Loads saved ray data from a ZRD (ray database) file onto a specific detector.
No shortcut key assigned

探测器查看器


Detector Viewer


Detector Viewer
Display spot, uniformity, MTF, photometric, radiometric, spatial, angular and polar data on detectors. Data types available depend on Detector Object type and settings.
Shortcut Key: Ctrl+Shft+D

探测器查看器可以以图式或文本的形式展示探测器数据。有关追迹光线并在探测器上记录光线数据的信息，请查看“光线追迹控制”。



表面 选择 NSC 表面编号。在 NSC 模式中始终为 1。

探测器选择探测器物体。如果当前窗口以文本形式显示，则该选项提供额外一个选项用来累加所有探测器数据。

显示为 可以选择灰度图，伪彩图，行或列截面图。对于矩形探测器物体还支持几何 MTF 图，它可用于分析成像系统的成像质量。当使用颜色探测器并且在该物体属性中选择了“记录光谱数据”选项时（参阅“类型选项卡”下的描述），探测器查看器可以显示为光通量 vs 波长图。极坐标探测器物体还支持圆或半圆配光曲线图，它将在角度坐标下将探测到的能量归一化的显示出来。请注意，在探测器查看器的经典视图（只有在系统“配置选项”的“图形”选项卡下选择“启用经典绘图”后才会显示）下显示的配光曲线数据会看起来比相同数据在绘图视图中显示得更平滑，这是因为在经典视图下每个数据点之间做了样条插值处理（绘图视图不支持样条插值，而（经典视图中的）后期处理比计算得到的数据本身呈现了更多细节信息）。所有模式的文本显示中均不支持显示截面图数据。

关于几何 MTF

该功能可让用户在非序列模式下计算探测器上的几何 MTF。该算法使用落在探测器上的辐照度的空间分布来计算探测器上两个垂直方向（即探测器的 X 和 Y 轴）的几何 MTF。

几何 MTF 的计算会考虑探测器上收到的所有光线，不只是系统中单个光源的光线。因此，如果在非序列系统中包含可能遮挡光线的机械元件（用于透镜支架或其它封装）或非序列系统允许光线产生分裂或散射，那么在非序列模式中计算的几何 MTF 结果可能与序列模式下的结果不同。如果只想考虑特定光源的影响，可以在光线数据库文件中使用过滤字符串，详细信息请参阅“过滤字符串”。几何 MTF 仅可用于矩形探测器

如果选择了“几何 MTF”选项，将会伴随出现“最大空间频率”选项。用户可指定计算的最大空间频率。如果设置为 0，则最大空间频率为当前像素尺寸的 Nyquist 采样频率。如果 X 和 Y 像素尺寸不同，则将使用较小的 Nyquist 频率。

行/列 选择要在截面图中显示的行或列。有关面探测器物体的信息，请参阅“关于面探测器物体的注解”。

角度 极坐标探测器物体支持在不同线性截面角下显示圆形或半圆形配光曲线图。此角度用于定义在数据中取截面的平面，其中该角度参考于探测器的局部 X 正半轴。

仅显示配光曲线图时，选项“角度”会变为“角(s)”，并且支持同时显示以逗号分隔的多个角度的数据。

例如，可以在角(s)中输入 0, 45, 90, 135。随后所有角度的数据会显示在同一张图中。最多可列出 5 个角度。

Z-切面 此选项仅在使用体探测器物体时使用。Z-切面选项用于选择显示体探测器的指定截面上的数据。体探测器中 Z-切面的数量由 Z 方向的像元数决定。在文本显示数据中探测器查看器也支持“全部”选项以显示所有截面的数据，其中所有体元中心坐标和数据以表格的形式

给出。在查看体探测器数据的同时按左右箭头键，将循环查看所有 Z-切面。

平滑度 平滑算法通过对相邻像素中的数据求平均值来降低因采样不足而造成的噪声。每个像素的数据将替换为相邻所有像素的平均值。平滑度参数可以指定平均算法执行的次数。

显示数据 请参阅下面的“讨论”获取重要信息。

光线数据库 如果选择“无”，则会使用当前存储在探测器中的光线数据。否则会使用指定的已保存的光线数据库数据。

过滤字符串 可使用过滤字符串来筛选出特定属性的光线。该选项仅在使用光线数据库时可用。有关过滤字符串语法的信息请参阅“过滤字符串”。

缩放实体 选择线性或对数标尺。请参阅下文中的“最大/最小图形缩放”。

最大/最小图形值 如果输入非零值，则数据将按照指定的最小和最大数据范围显示。如果最大/最小缩放范围值都是零，则系统将使用默认标尺。

如果缩放（见以上）选项为对数，则会忽略最小图形值选项。如果设置最大图形值大于零，那么系统将使用下一个更大的 10 为底的幂作为最大的对数标尺。

增强对比度 默认情况下，像素数据没有任何缩放。如果启用“增强对比度”，则会对像素数据应用非线性加权函数，使较低强度的像素更为明显。这对于提高对图像细节的显示非常有效，但是，由于图像中的较暗的区域会比实际显得更为明亮，因此图像存在一定的误导性。该选项只支持颜色探测器和矩形探测器且不使用对数坐标。

输出图像文件 如果提供了文件名，则探测得到的图像将保存在文件中。文件名中应该包括完整路径，否则默认路径将与 IMA 文件相同。文件格式为 BMP、JPG 或 PNG。如果系统无法识别输入的文件扩展名，则会默认使用 JPG 格式。只有颜色探测器和矩形物体探测器支持此功能。导出的图像是探测器上全分辨率的图像（不是电脑显示器上的尺寸），并且图像在垂直和水平方向上的像素数量与探测器相同。但是，系统会默认将导出的图像中的像素设置为方形。因此如果所设置的探测器的像素不是方形的，输出图像的纵横比会出现畸变。

压缩框架　　如果选中，则探测器查看器不会显示文本参数及其框架，整个窗口将只用于显示探测器图像。极坐标探测器不支持此功能。

讨论

当探测器记录了光线数据或当光线存储在光线数据库中后，“显示数据”选项可以设置为以下几种形式：

非相干照度：这是随探测器上空间位置变化的单位面积上的非相干辐射通量。每条入射到同一像素上的光线的辐照度将会叠加，并且叠加过程不考虑光线相位的影响。使用光度而非辐射度为单位时，此选项将变为“非相干光照度”。

相干辐照度：这是随探测器上空间位置变化的单位面积上的相干辐射通量。每条照射到同一像素的光线的复振幅相加，并考虑每条光线的相位，分别追迹光线的实部和虚部。计算最终振幅的平方，以得出相干辐射通量。使用光度而非辐射度为单位时，此选项将变为“相干光照度”。

相干相位：相干辐照度中使用的复振幅总和的相位角。

辐射强度：随探测器上的入射角变化的单位立体角上的辐射通量。使用光度而不是辐射度为单位时，此选项将变为“流明强度”。

辐亮度（位置空间）：随探测器上的空间位置变化的单位面积单位立体角上的辐射通量。由于不能同时显示角度空间和位置空间中的变化，因此该图等同于非相干辐照度图，区别在于所有数据均除以 2pi。请注意，无论探测器实际从哪个角度收集光线，这一缩放计算假设探测器在半球范围内收集数据。使用光度而不是辐射度为单位时，此选项将变为“光亮度（位置空间）”。

辐亮度（角度空间）：随探测器上的入射角变化的单位面积单位立体角上的辐射通量。由于不能同时显示角度空间和位置空间中的变化，因此该图类似于辐射强度图，区别在于所有数据均除以对应像素面积和对应像素中心的角度余弦的乘积。使用光度而不是辐射度为单位时，此选项将变为“光亮度（角度空间）”。

入射通量：对于体探测器，入射通量为进入每个像元的光通量，测量单位与光源单位相同（瓦、流明或焦耳）。

吸收通量：对于体探测器，吸收通量为每个像元所吸收的光通量，测量单位与光源单位相同（瓦、流明或焦耳）。

吸收通量/体积：对于体探测器，吸收通量/体积是每个像元（测量单位为透镜单位的立方）所吸收的光通量，以光源单位测量（瓦、流明或焦耳）。

光通量与波长：使用颜色探测器物体时入射光通量的光谱分布。数据将以会柱状图的形式显示。如要获取有关任意物体（不是颜色探测器）的光谱分布，可使用光通量 vs 波长分析工具

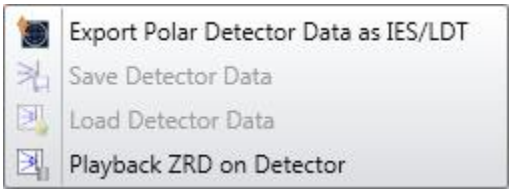
（参阅“光通量 vs 波长”）。

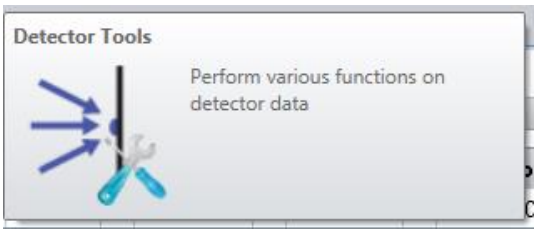
当探测器查看器正在显示矩形探测器或颜色探测器中的数据时，查看器下方“光斑信息”栏将显示探测器上的光斑的摘要信息，其中包括：

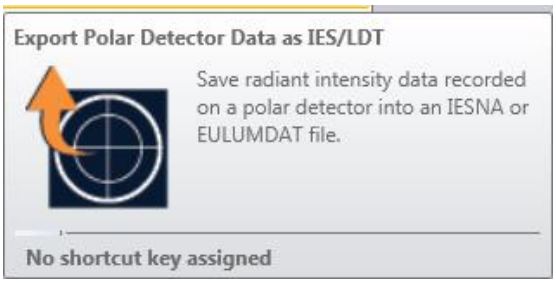
- X 和 Y 方向上的光斑质心
- RMS 光斑半径
- X 和 Y 方向上 RMS 光斑宽度

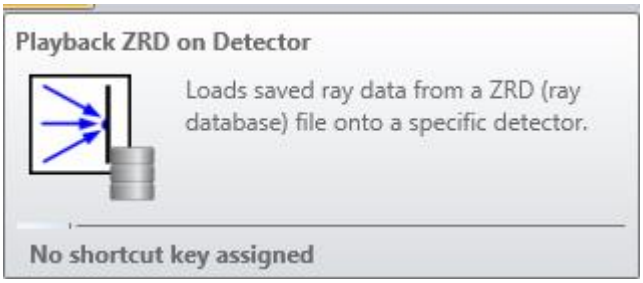
探测器工具



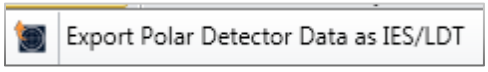


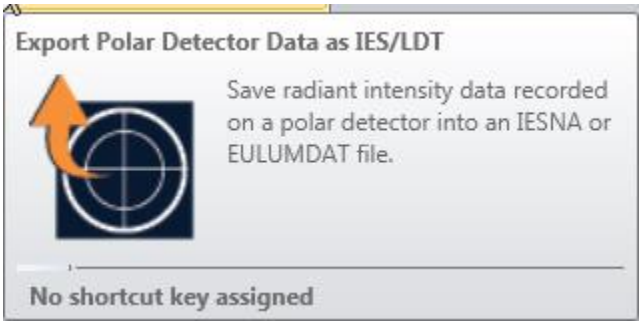




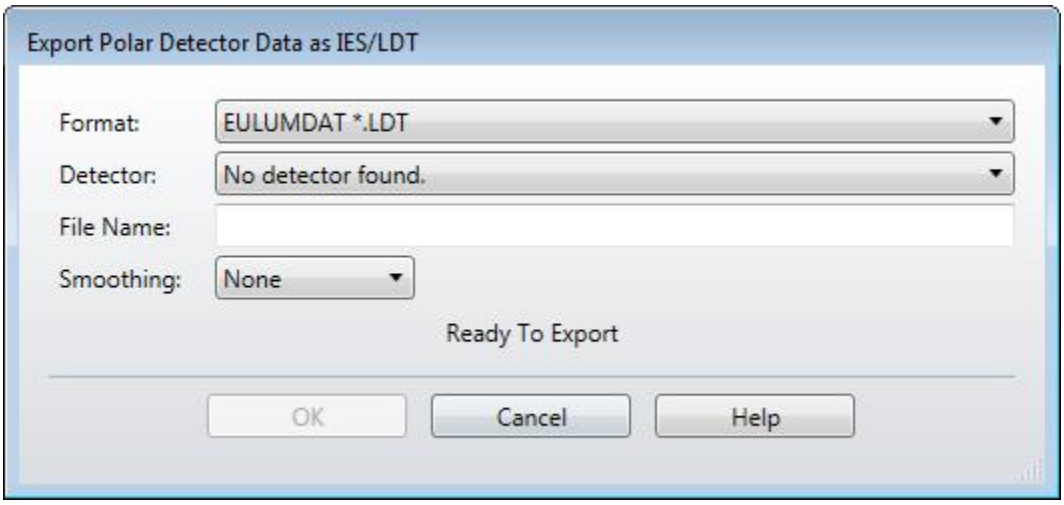


导出极坐标探测器数据为 IES/LDT 光源文件





将极坐标探测器中记录的光强数据保存成为 IESNA 或 EULUMDAT 文件。



格式 可以用 IESNA 或 EULUMDAT 格式保存数据。有关 OpticStudio 所支持的 IESNA 格式的更多信息请参阅“IESNA 文件光源”。有关 OpticStudio 所支持的 EULUMDAT 格式的更多信息请参阅“EULUMDAT 文件光源”。

探测器 需要保存数据的极坐标探测器的物体编号。

文件名 要保存文件的文件名。IESNA 文件将会保存在

<objects>\Sources\IESNA 文件夹中，而 EULUMDAT 文件将会保存在

<objects>\Sources\EULUMDAT 文件夹中。有关 <objects> 文件夹的更多信息，

请参阅“文件夹”。

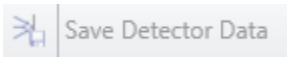
平滑度 处理数据时使用的平滑程度。有关平滑度算法请参阅“探测器查看器”中描述。

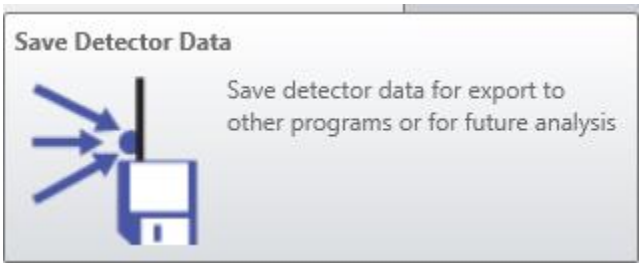
说明

极坐标探测器物体中记录的光强数据可以保存为光度数据的常用格式，例如描述真实灯具光度数据的文件格式。这些数据仅表示出射光的角度分布；更多信息请参阅“极坐标探测器物体”。

请注意，IESNA 格式需要范围为 0 到 90 度或 0 到 180 度的极角数据。因此建议只在极坐标探测器的最大角定义为 90 或 180 度时使用此工具。否则 OpticStudio 会发出警告，并将 90 或 180 度内缺失的极角数据补充为 0。

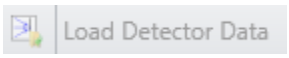
保存探测器数据文件(DDR)

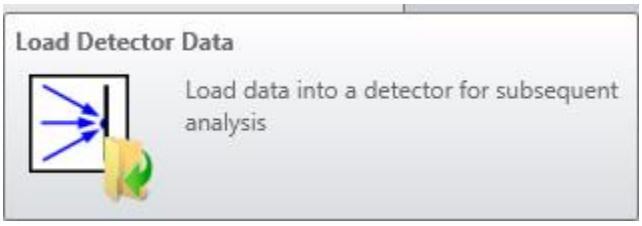




保存在编辑器中当前选择的探测器的数据。仅支持矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体。存储的文件格式和数据取决于每种探测器类型，其对应的文件扩展名分别为 DDR、DDC、DDP 和 DDV。有关文件格式的信息请参阅“保存和加载探测器数据”。

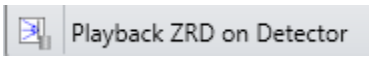
加载探测器数据文件(DDR)

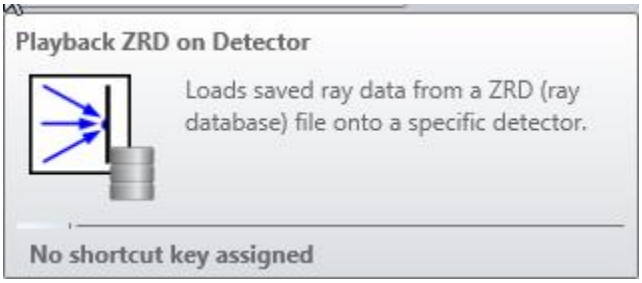




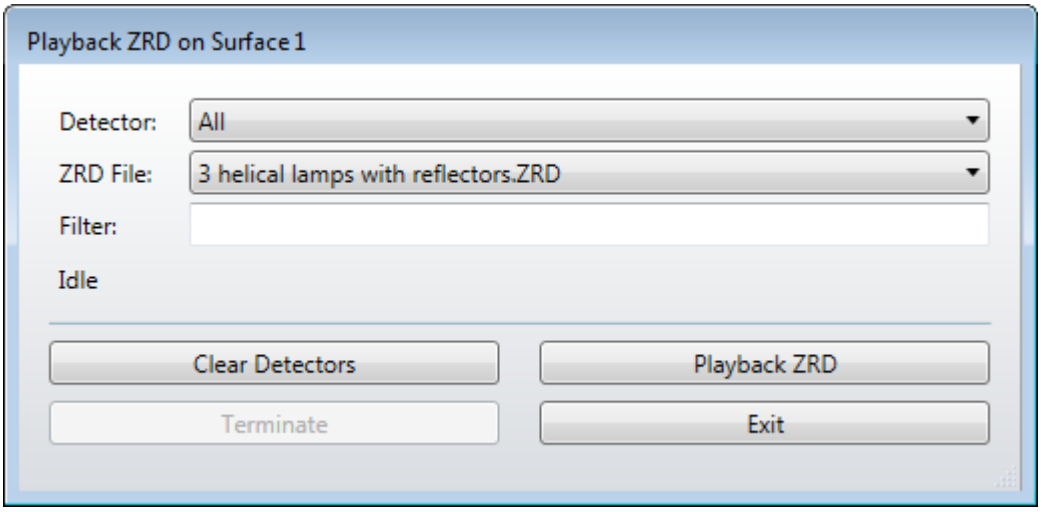
将之前保存的 DDR、DDC、DDP 或 DDV 文件中的数据加载到当前在编辑器中选择的探测器查看器上。如果文件中的探测器大小、角度范围、像素数量或其它属性与目标探测器不符，则系统会自动修正探测器设置以匹配导入的数据。如果存储的数据的单位与当前探测器的单位不符，则系统会报错，并且不会修改探测器设置。有关文件格式的信息请参阅“保存和加载探测器数据”。

加载光线数据库文件 (ZRD)





将保存的光线数据库数据加载到探测器上。



探测器数据可以加载数据到单个探测器或同时加载到所有探测器上。

ZRD 文件　　要加载的光线数据文件（ZRD）的文件名。

更多信息，请参阅“光线数据（ZRD）文件”。

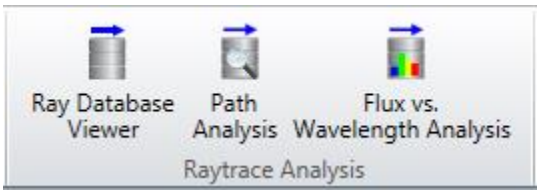
字符串用于筛选文件中特定光线（可选）的过滤字符串。更多信息，请参阅“过滤字符串”。

详述

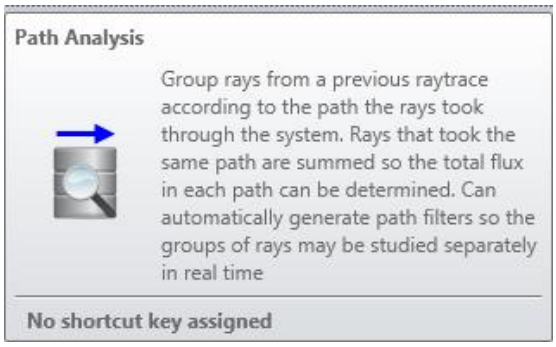
光线追迹结果经常会保存为光线数据库 (ZRD) 文件以便于进一步分析。使用该工具可将已保存的 ZRD 文件重新加载到系统中特定的探测器或所有探测器上。在宏宇眼中可以使用相应的 ZPL 关键字 (ZRDPLAYBACK) 来完成 ZRD 文件的加载。使用此关键字可将保存的 ZRD 文件数据进行筛选（使用过滤字符串），并用于后期数据处理。

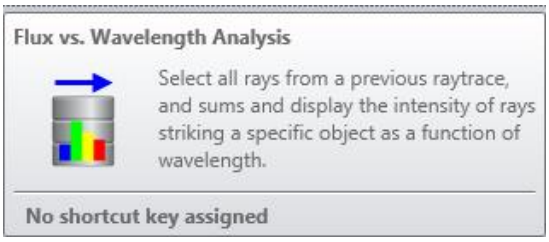
更多信息，请参阅“ZRDPLAYBACK”。

光线追迹分析组（Raytrace Analysis Group）

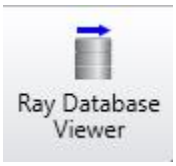


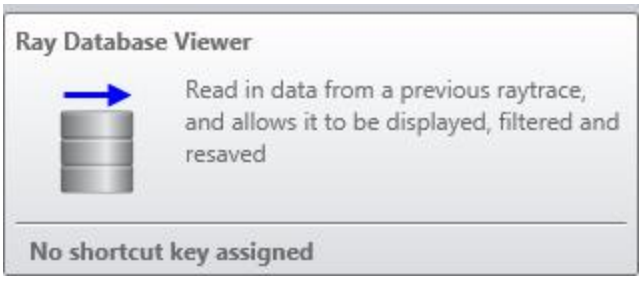




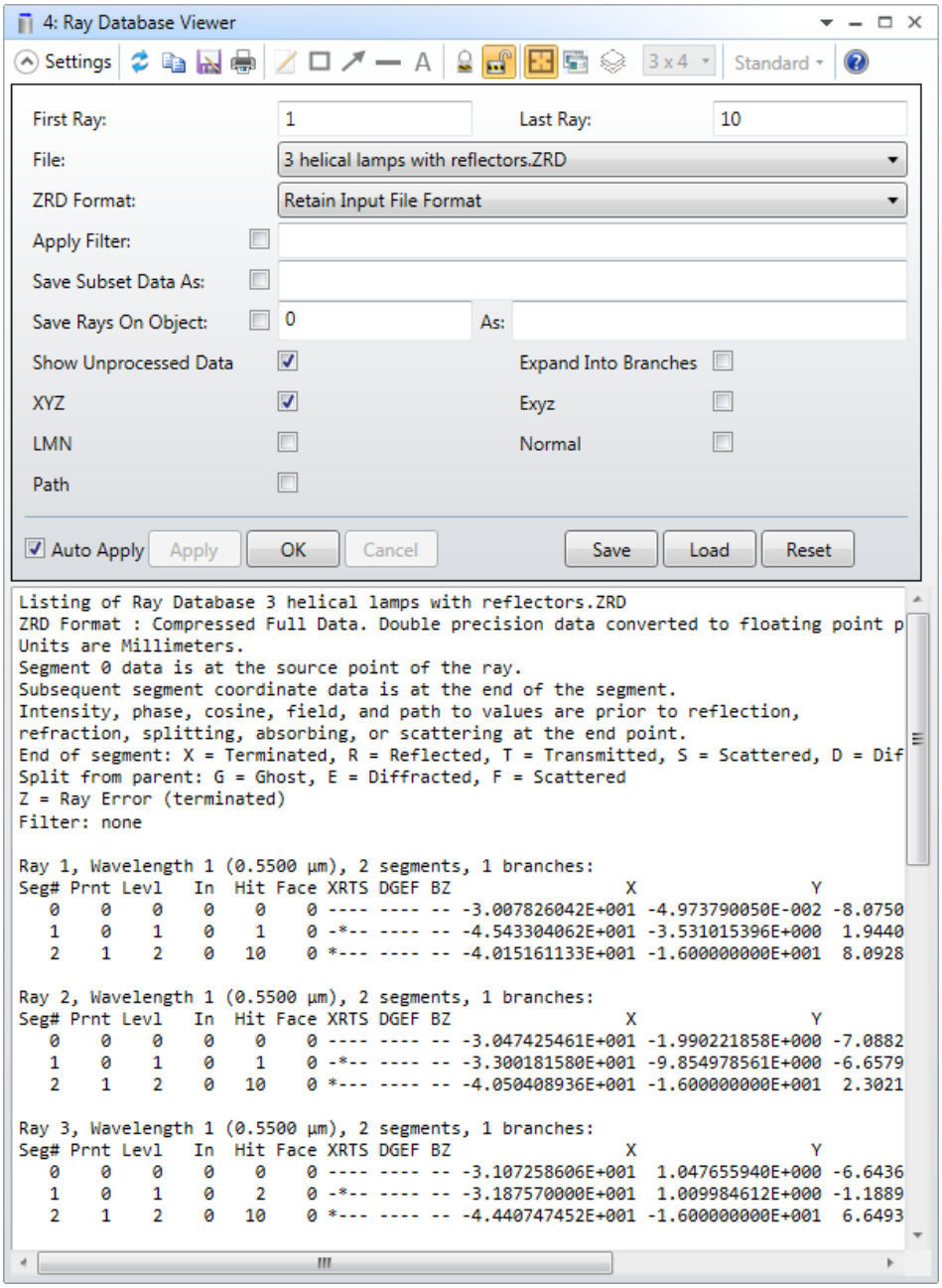

Flux vs. Wavelength Analysis
Select all rays from a previous raytrace, and sums and display the intensity of rays striking a specific object as a function of wavelength.
No shortcut key assigned

光线数据库查看器


Ray Database Viewer


Ray Database Viewer
Read in data from a previous raytrace, and allows it to be displayed, filtered and resaved
No shortcut key assigned

光线数据库查看器可以读取已保存的 ZRD 文件，并以文本格式显示数据。有关创建 ZRD 文件的信息，请参阅前文相关章节。



文件　要使用的 ZRD 文件的文件名。OpticStudio 会当前透镜系统保存的文件夹，并且列出在此目录下找到的所有 扩展名为 ZRD 的文件。

显示完整数据 如果选中，则每条追迹光线的完整数据表都会显示。

显示分支路径 如果选中，则会展开数据表的每个分支，显示光线从光源发射到中止的完整路径。

XYZ 如果选中，则会显示光线与物体交点的全局 X、Y 、 Z 坐标。

LMN 如果选中，则会显示光线的全局 L、M 、 N 方向余弦。

法线 如果选中，则会显示光线与物体交点处物体表面的全局 Nx、Ny 、 Nz 法向分量。

光程 如果选中，则会在基础光线段上显示光程长度（以透镜单位表示）。这是物理长度而不是光程长度。OpticStudio 也会显示相位（以弧度为单位），但只显示入射到面探测器上的光线段。

Exyz 如果选中，则会显示 全局 X、Y 、 Z 方向上的电场。

第一条光线/最后一条光线 要显示的第一条和最后一条光线的编号。该选项常用于限制显示数据的长度。如果需要将数据的一个子集保存为新的 ZRD 文件，则只有在此范围内的数据会被保存。在最后一条光线的编号可以定义为-1，用来表示其为文件中的最后一根光线。但如果当前最后一条光线的编号已经是-1，则会文本输出会中止。

使用过滤字符串 如果选中，则可输入过滤字符串来减少显示数据的数量。过滤字符串也用于确定哪些数据子集将保存到新的 ZRD 文件中。有关过滤字符串的语法信息，请参阅“过滤字符串”。

保存为过滤数据　　如果选中，则通过过滤字符串筛选的数据会保存在 ZRD 格式的文件中，并使用指定的文件名。其中文件名应以扩展名 ZRD 为结尾 ，并且不包含任何路径。保存路径会与当前透镜文件相同。为了防止意外覆盖子集数据文件，该选项在每次保存之后会自动取消选中。

ZRD 格式　　当选中“保存为过滤数据”时，该选项用于选择创建的 ZRD 文件的数据格式。有关 ZRD 文件格式的信息，请参阅“光线数据库 (ZRD) 文件”。

保存光源文件“n”为　　如果使用该功能，则照射到指定编号物体并且通字符串筛选（如果有）的光线段将被保存到指定名称的二进制光源文件中。请注意，光线的位置数据以全局坐标保存。此文件随后会被用作光源文件。有关文件光源的格式，请参阅“文件光源”。其中，文件名应该以扩展名 DAT（对于仅包含单光谱数据的光通量）或 SDF（对于多光谱数据）为结尾，并且不包含任何路径。文件保存路径为 <objects>\sources\Source Files。

只有第一条光线/最后一条光线所设置的范围内的光线才会被保存。如果想要保存所有 ZRD 文件中照射到特定物体的光线，可以设置第一条光线为 1，最后一条光线为任意大于 ZRD 文件中的光线总数的整数。如果光线总数超过 1000，则光线数据库报告中将不会显示单独光线数据，以便加快处理速度。如要查看文本列表，可以再次点击文本窗口菜单栏中的“更新”按钮。第二次点击更新按钮将会显示文本数据，这是因为在每次保存之后都会自动取消选中“保存物体上的光线”选项。

详述

光线数据库查看器的文本显示可能会非常长，因此最好使用第一个/最后一个选项和过滤字符串来限制显示的数据量。

一般情况下未经处理的完整光线列表看起来如下所示（为简便起见，已移除某些列）：

Ray 1, Wavelength 1 (0.5500 µm), 4 segments, 1 branches:

Seg#	Prnt	Levl	In	Hit	Face	XRTS	DGEF	BZ	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	----	----	--	0.000000000E+00	-1.042095089E+01	-1.711917114E+01
1	0	1	0	2	1	--*-	----	--	0.000000000E+00	-4.053104877E+00	3.763423562E-01
2	1	2	2	2	2	--*-	----	--	0.000000000E+00	-3.209231377E+00	3.247138262E+00
3	2	3	0	3	0	--*-	----	--	0.000000000E+00	-2.294754744E+00	5.000000000E+00
4	3	4	0	0	0	*---	----	--	0.000000000E+00	-1.271649837E+00	6.961079597E+00

“Seg#”为光线段编号，其值从 0 连续增加到光线产生的总光线段数。

“Prnt”为基准光线段编号，用来表示特定光线段是由之前哪段光线段产生的，此光线段后续演化为特定光线段。例如，光线段 11 的基准段是光线段 4，光线段 4 的基准段是光线段 3，光线段 3 的基准段是光线段 1，光线段 1 的基准段是光线段 0。光线段 0 是光源光线段，起始坐标表示点光源的位置。通过这种方式，任何光线段都可以追迹回光源。

“Levl”表示对于某个光线段而言，与光源之间有多少个光线段距离。例如对于光线段 11，需通过 4 个光线段追迹回光源（4, 3, 1, 0）。

“In”表示光线段所穿过的物体的编号。

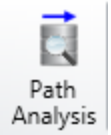
“Hit”表示在光线段末尾照射到的物体的编号。从光源发出的第一条光线段照射到的物体编号是 0，因为此处列出的 XYZ 坐标是此条光线段的起始坐标，不是终点坐标。对于所有其它光线段，XYZ 坐标和其它数据是取自光线段“击中”物体时，即光线段末尾处的数值。如果照射到的物体编号为 0，那么代表此条光线会错过所有物体，并且会被中止。

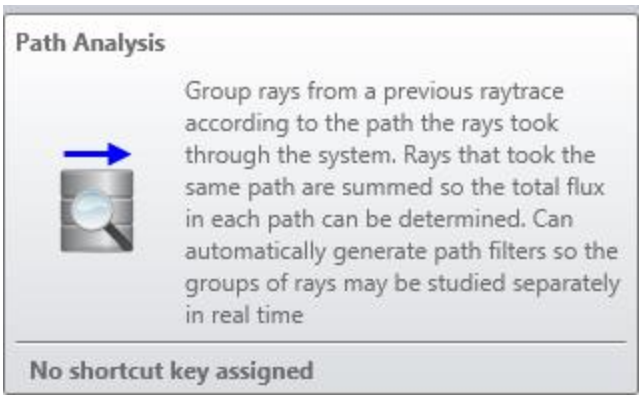
“Face”表示光线段照射到的表面编号。如果表面编号为 0，则表示光线照射到编号为 0 的表面（例如透镜的侧边）或表面不适用于物体类型，比如说光源。

“XRTS DGEF BZ”用来方便快捷的说明光线段当前的状态。X、R、T、S、D 和 B 分别表示中止、反射、透射、散射、衍射和体散射。所有这些符号均表示光线段末端照射到物体时发生的情况。G、E 和 F 分别表示基准光线段在“击中”物体后，出现鬼像、衍射和散射现象，因此有此类符号代表上述情况发生在此光线段首处。符号 Z 表示此条光线出现错误且会被中止追迹。请注意，任何光线段都可能发生多种状况。

显示的其它数据包括段尾的全局 XYZ 坐标、与光线段尾与物体相交处物体表面的全局法向矢量坐标、光线强度、物体注解，以及其它可能存在的扩展数据。其中，物体注解包括了光线段当前位于哪一个物体内部、光线是否在物体内部发生体散射，以及是否在体散射期间改变了光线的波长（有关体散射时波长的改变请参考在“体散射选项卡”）。

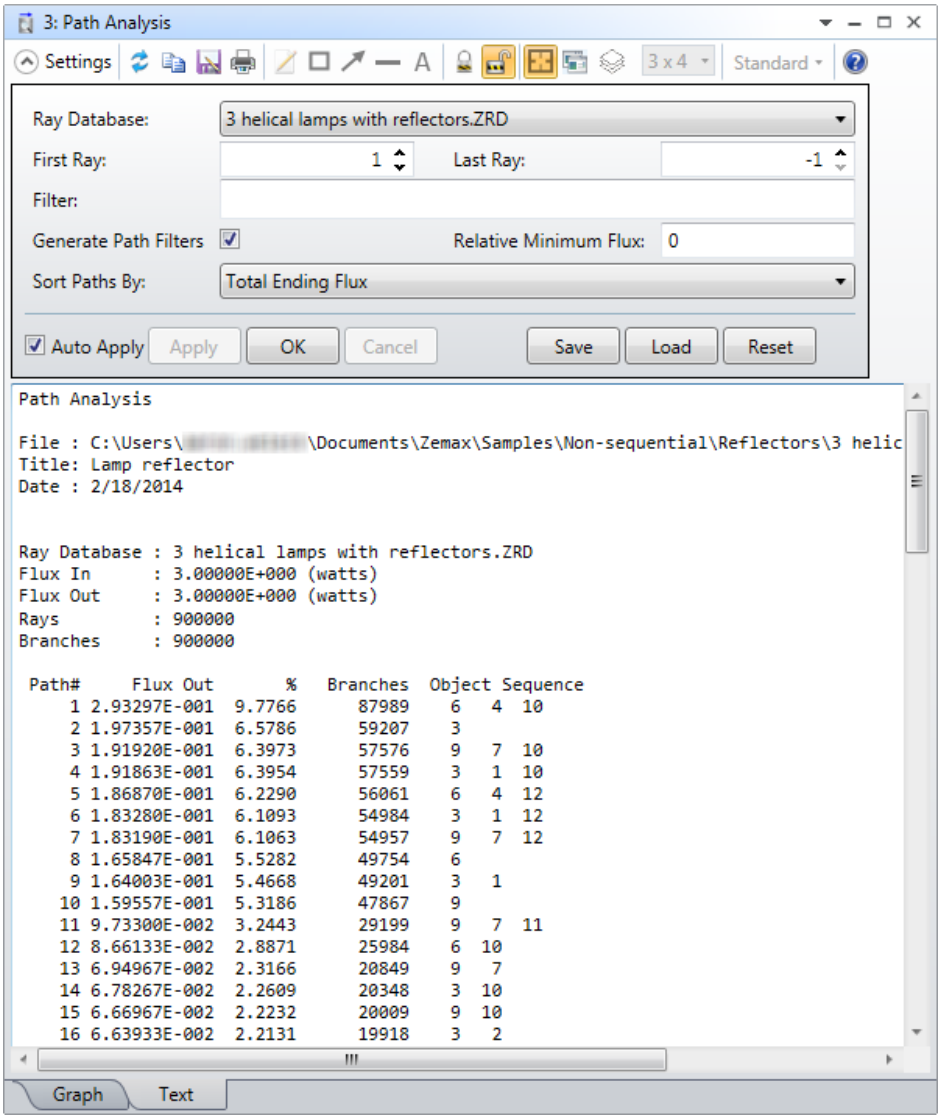
路径分析





此功能只包含于 OpticStudio 旗舰版。

该功能可以根据光线通过系统的路径对 ZRD 文件中的光线进行分组。它会将经过相同路径的光线（依据与不同物体交互的顺序来确定）相累加，进而可以确定出每条路径中的总光通量。此功能也支持自动生成路径过滤字符串，帮助用户分别研究每组光线。



光线数据库　选择现有 ZRD 文件进行分析。

第一条光线/最后一条光线　选择光线范围。如要使用所有光线，请将第一条光线设置为 1，最后一条光线设置为 -1。

过滤字符串　过滤字符串。请参阅“过滤字符串”。

添加路径字符串　　如果选中，将自动生成所有可能的路径字符串。

光通量相对阈值　　相对光通量是一个分支的光束在中止时的能量相对于其出射时的起始能量的比例。如果该比例小于指定的阈值，则会将此分支添加到“未分类”的路径分组中。

详述

此功能读取所选 ZRD 文件中的所有光线或某些子集，并且根据指定的过滤字符串（如果有）筛选光线。然后会分析每段光线段中的每条光线，并确定光线与各个物体的交点顺序。此顺序称为“路径”。如果光线从光源物体 3 开始出射，接着照射到物体 7 的前表面、物 7 的后表面、经物体 9 表面反射，则路径是 3, 7, 9。请注意，与物体 7 的两个交点被视为同一个交点，因此路径不是 3, 7, 7, 9。同一物体的编号永远不会在路径中连续出现。在一条路径中允许出现的最大物体数量是 100 个。如果路径中的物体交点数量超过这一最大限量，则这些路径都被视为包含相同路径部分。

所有含有相同路径的分支会被分为一组。并且对于含有相同路径的所有分支，会计算路径结束时的总光通量（始终以瓦为单位，无论光源单位是什么）。所有可能的路径会按照每个路径总光通量从大到小的顺序以表格的形式列出。在列表中包括路径#、输出光通量、相对光通量输出（相对所有输入光线的总光通量的百分比）、相同路径的分支的数量以及路径中的物体序列。不包含在任何路径（由于相对光通量阈值或路径的数量超出最大值，当前为 10,000 条）的分支会被添加到“未分类”的路径分组中。

路径分析工具一次只能分析一个 ZRD 文件，但是可以打开很多路径分析窗口。

如果选中“添加路径字符串”，那么此功能将会为每条定义的路径创建路径过滤字符串，路

径 1 的过滤字符串命名为 _1，路径 2 的命名为 _2，以此类推。这些路径字符串可能之后的分析（这类分析支持使用字符串分离所选路径）中使用。此处生成的路径字符串会自动保存在镜头文件中。

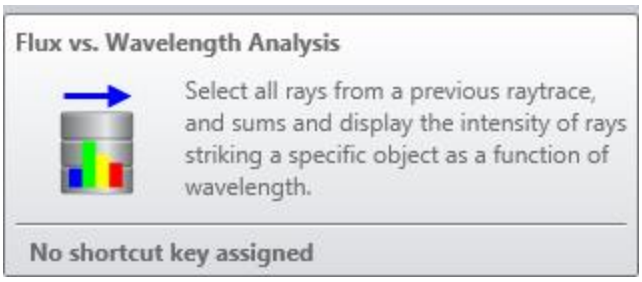
在查看 非序列 3D 布局图、非序列 实体模型或探测器查看器的绘图时，有如下快捷键可以快速加载路径字符串：按下空格键可以使路径字符串编号递增（例如从 1 到 2，或者从 5 到 6 等等）。按下 Ctrl+空格键可以使路径字符串编号递减。或者，在按住 shift 键的同时按空格键可以使路径字符串编号以 10 为间隔递增或递减。

路径字符串也可以和其它过滤字符串一起使用（无论是明确的还是命名字符串）。例如，“_7 & G11”是一个有效的过滤字符串，它可以筛选出特点路径下物体 11 发出的鬼像光线。更多信息，请参阅“过滤字符串”和“命名字符串”。

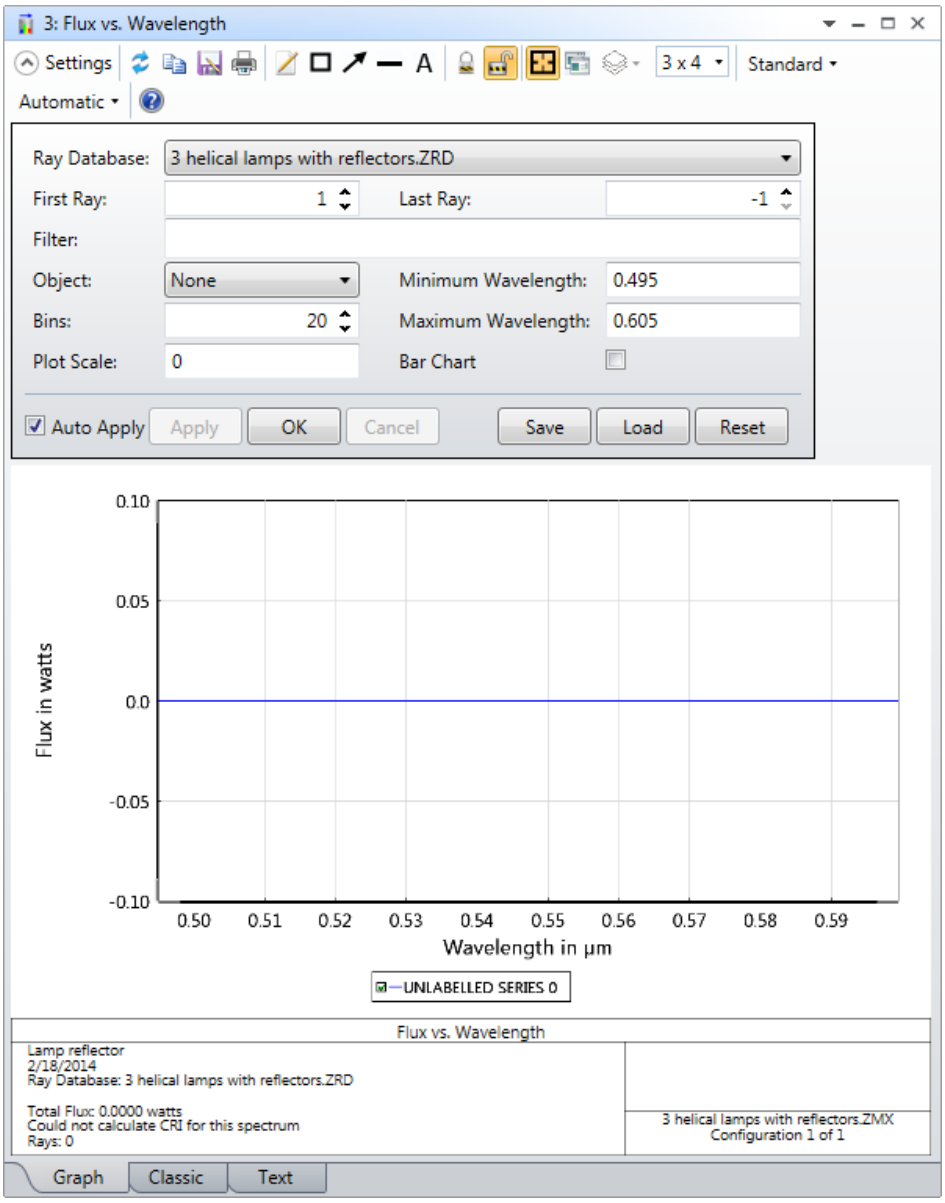
注意　路径字符串 _n 不包括执行路径分析时使用的过滤字符串。路径字符串 _n 仅通过选择那些遵循特定路径的光线分支来筛选光线。

光通量 vs 光谱分析





此功能选取 ZRD 或 SDF 光线数据库文件中的所有光线，并且根据波长的函数将照射到特定物体上的光强求和。



光线数据库　选择现有的 ZRD 或 SDF 文件进行分析。

第一条光线/最后一条光线　选择光线范围。如要使用所有光线，请将第一条光线设置为 1，最后一条光线设置为 -1。

过滤字符串　过滤字符串。请参阅“过滤字符串”。

物体　光线照射到的物体。必须选择特定物体，任何照射到物体的光线段的光强都会根据波长进行求和。

波长段由于光线的波长是离散的，所以每个波长的光强总和必须在有限的带宽之内。该选项决定了会使用多少个波长段来涵盖最小波长到最大波长这一范围。

最小/最大波长　最小波长和最大波长。该波长范围之外的光线将被忽略。

图形缩放　图表的最大标尺。使用零时为默认缩放比例。

柱状图如果选中，数据将以柱状图的形式显示。该选项只应用于经典绘图中（可以在系统配置选项中的绘图选项卡中选择开启）。点击“光通量 vs 波长”截图底部的“经典”选项卡来查看柱状分析图。

详述

由于每条光线段的波长是离散的，而且波长仅由光线数据库文件中的光线决定，所以该图表可以呈现出大量数据“尖峰”一样的噪声形状。为了最大程度上减小计算的噪声，追迹光线的数量应该较大，同时使用较少的波长段。

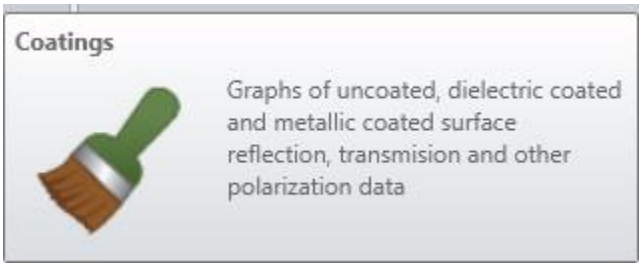
为了减少噪声也可以使用平滑处理。将每条光线的能量进行平滑来填补相邻两波长段之间的间隙。

偏振组（分析选项卡，非序列用户界面）

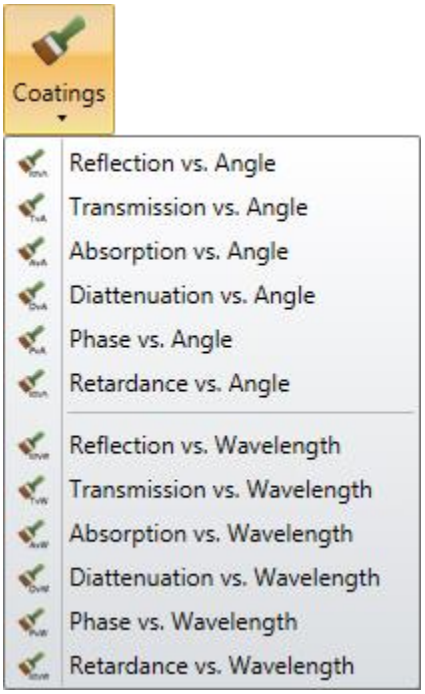
（Polarization Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)





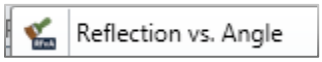


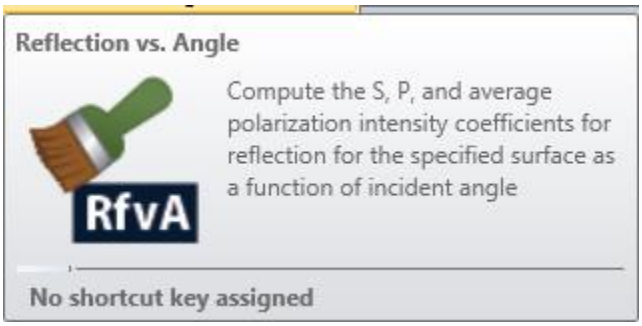
膜层（偏振组，分析选项卡，非序列用户界面）



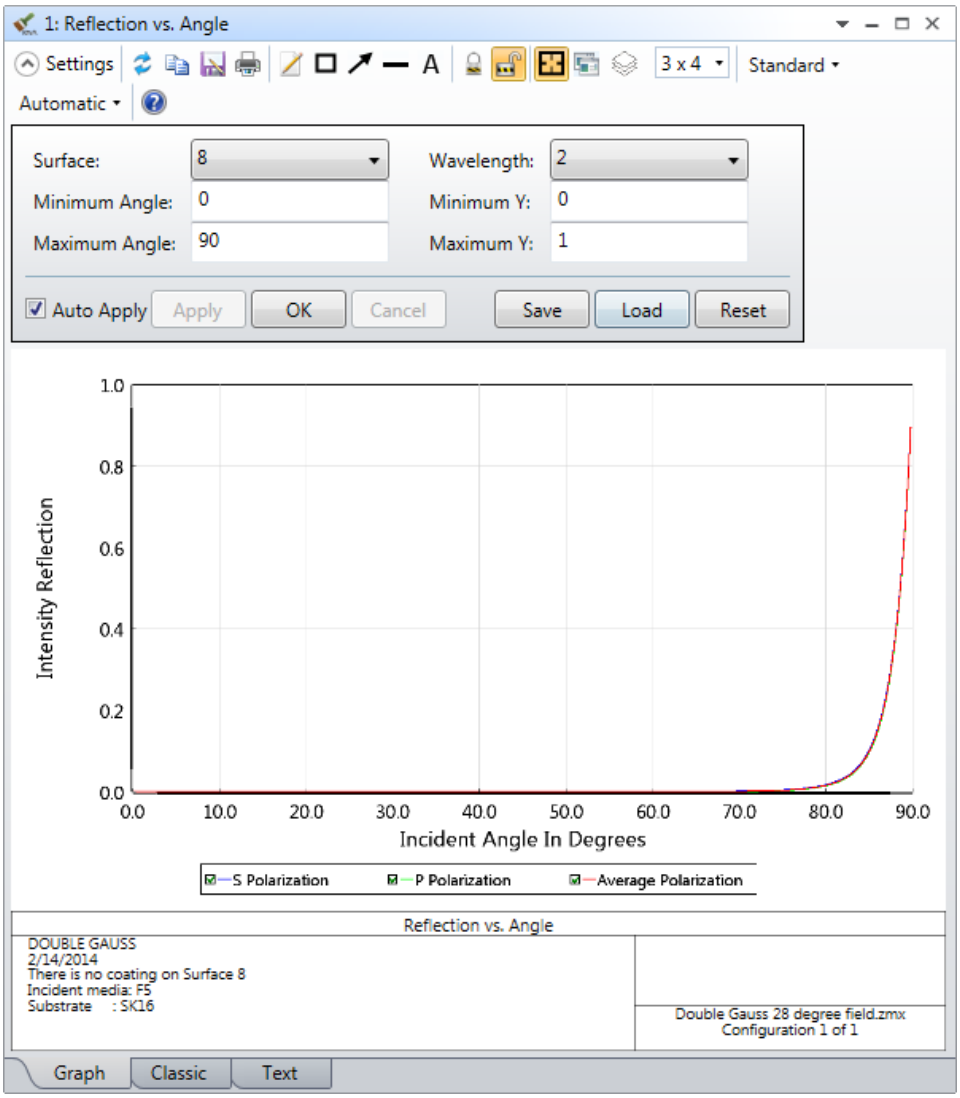
有关膜层计算的更多信息，请参阅偏振（系统选项）一节，以及数据库选项卡中关于膜层一节。

反射率 vs 角度（膜层，偏振组）





计算特定表面上，不同入射角度下 S 和 P 偏振光以及平均偏振光的反射率系数的变化。



最小角 图表的最小入射角。指图表横坐标的左边缘。

最大角 图表的最大入射角。指图表横坐标的右边缘。

最小 Y 图表的最小 Y 值。指图表纵坐标的下边缘。

最大 Y　　图表的最大 Y 值。指图表纵坐标的上边缘。

表面　如果为序列模式表面，该参数定义所需要分析表面面的表面序号。

物体　如果为非序列元件表面，该参数定义所需要分析物体的物体编号。

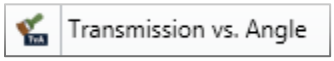
面　　如果为非序列元件表面，该参数定义物体上所需要分析表面的表面编号。

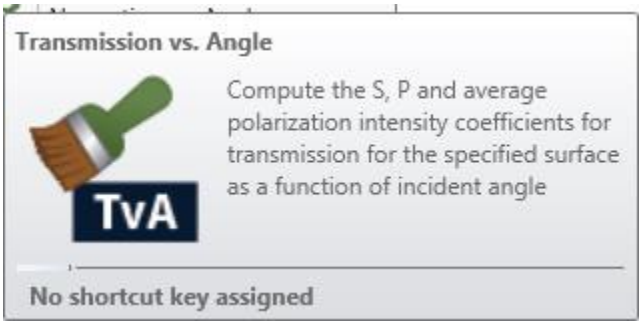
波长　定义使用的波长编号。

翻转方向　　如果选定表面为非序列元件表面，则选中此选项将反转入射空间的介质和基底介质。

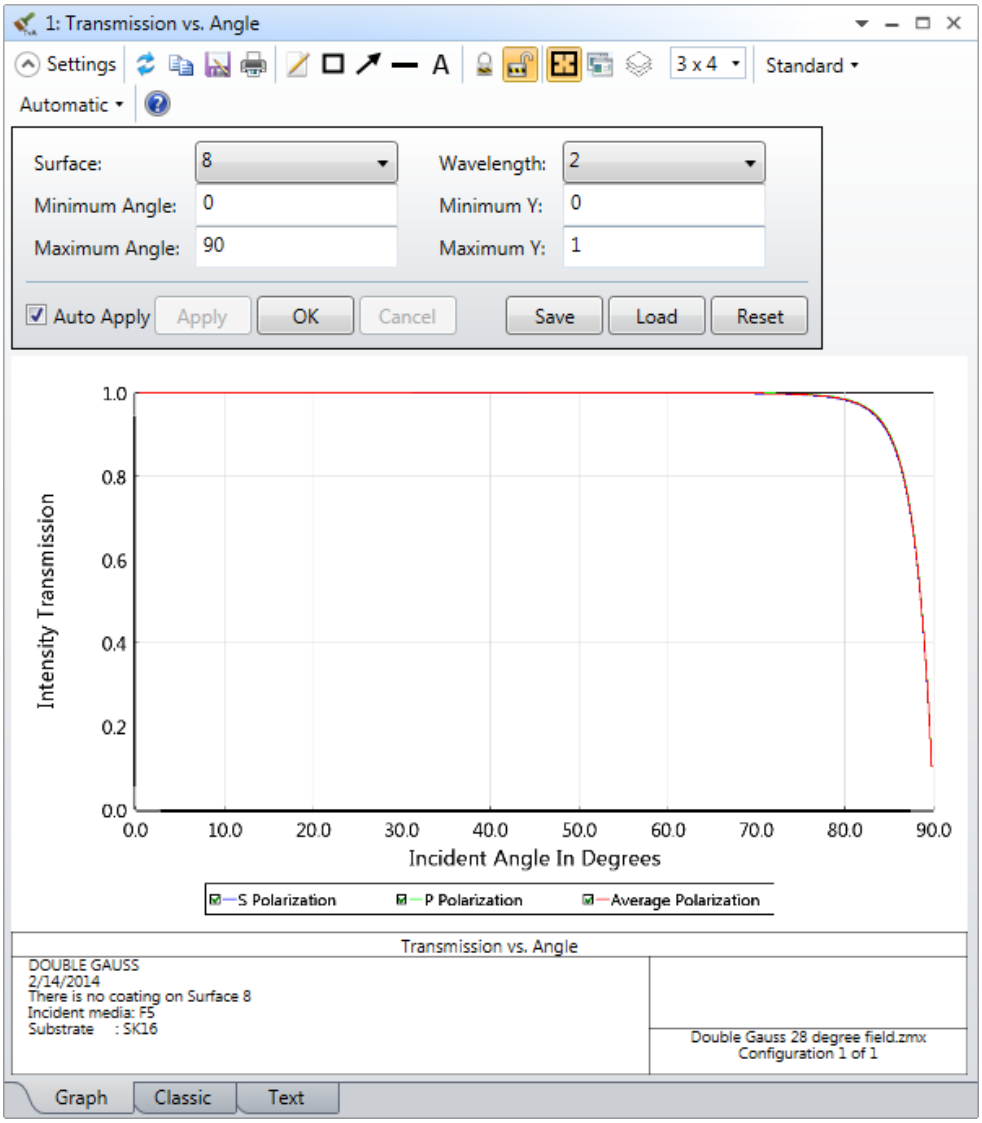
详述　入射角是在指定表面之前的介质中进行测量的。

透过率 vs 角度（膜层，偏振组）





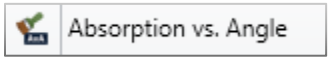
计算特定表面上，不同入射角下 S 和 P 偏振光以及平均偏振光透射率系数的变化。

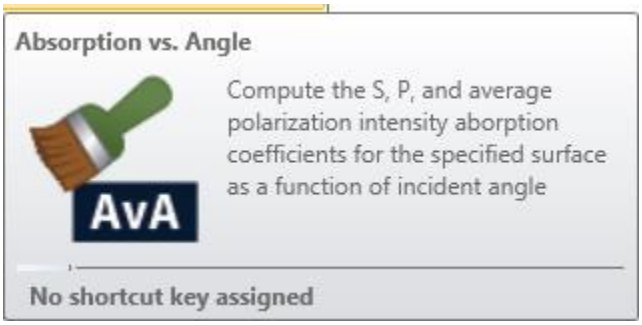


有关参数设置，请参阅“反射率 vs 角度”。

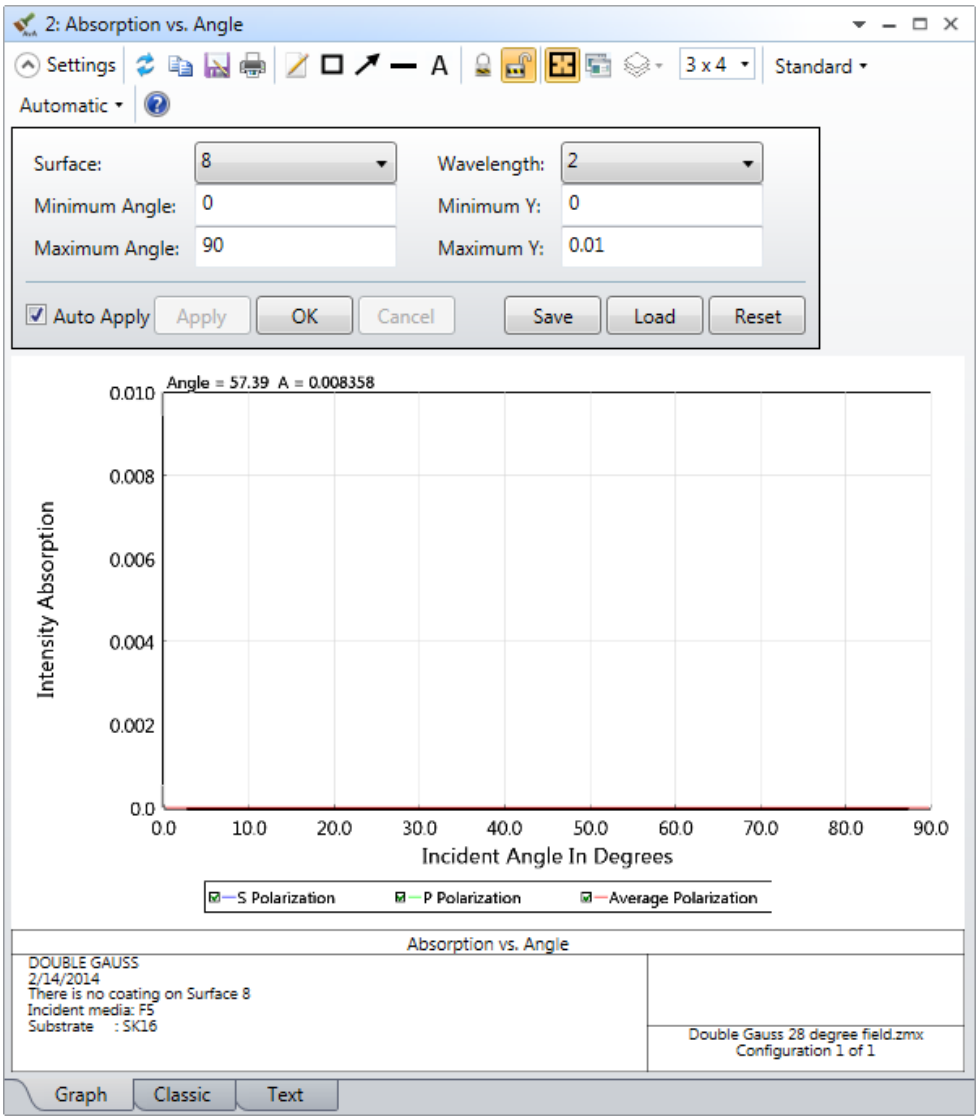
详述 入射角是在指定表面之前的介质中进行测量的。

吸收率 vs 角度





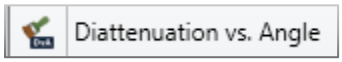
计算特定表面上，不同入射角下 S 和 P 偏振光以及平均偏振光的吸收率系数的变化。

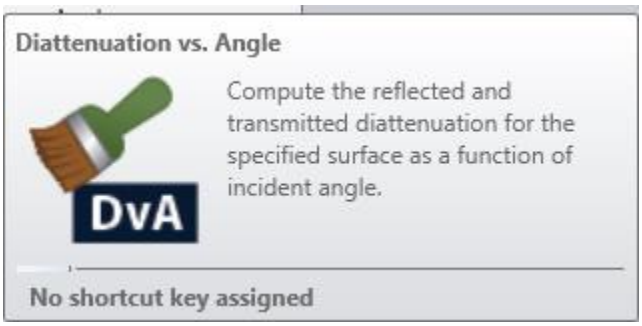


有关参数设置，请参阅“反射率 vs 角度”。

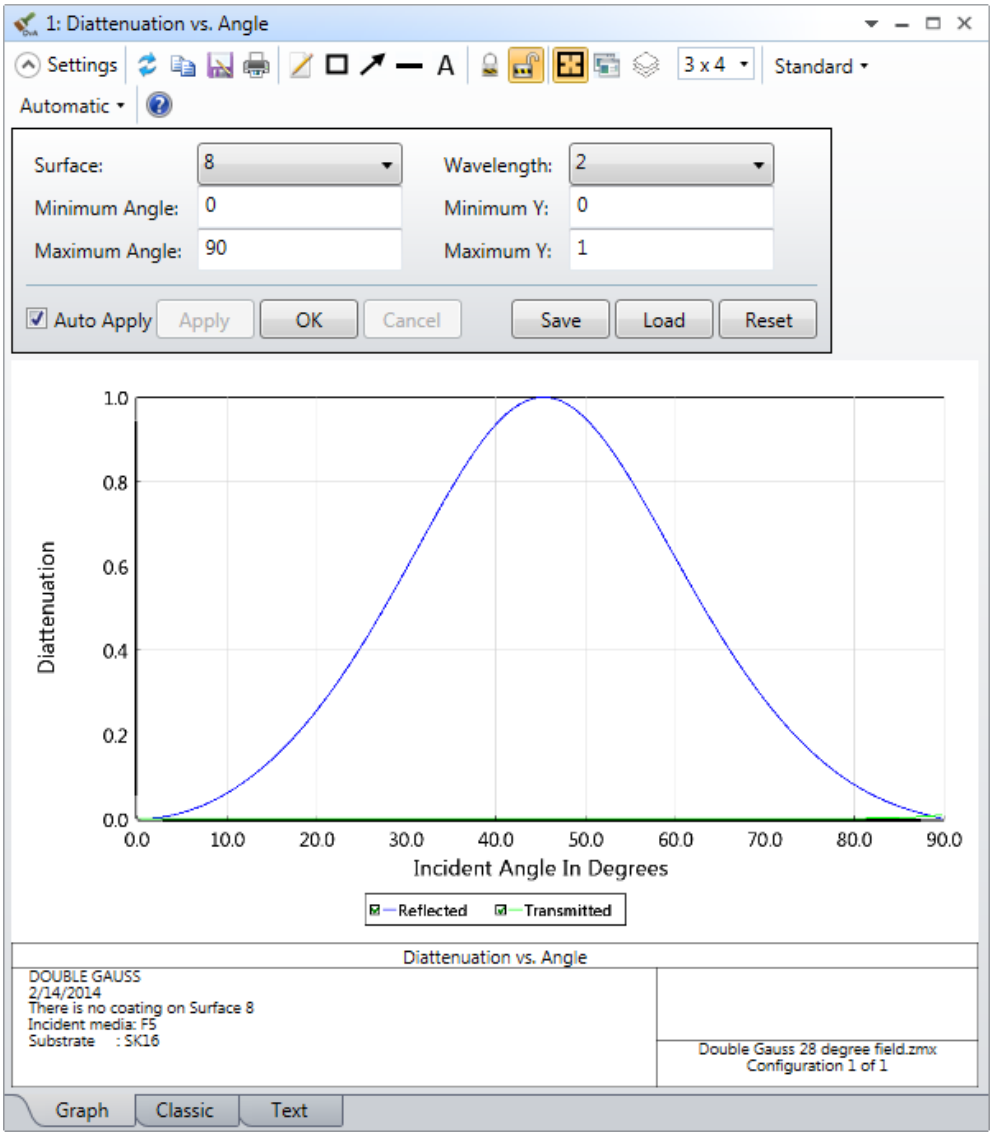
详述 入射角是在指定表面之前的介质中进行测量的。

双衰减 vs 角度（膜层，偏振组）





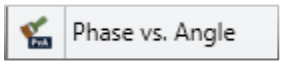
计算特定表面上，不同入射角下反射和透射的双衰减的变化。

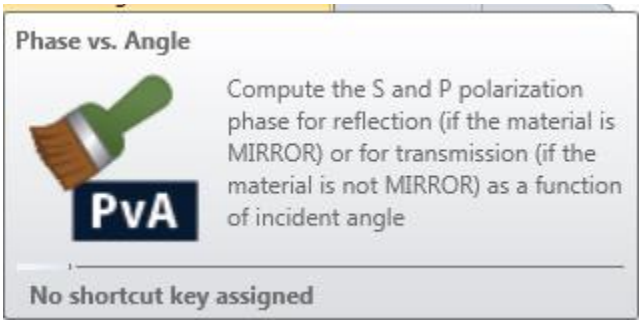


有关参数设置，请参阅“反射率 vs 角度”。

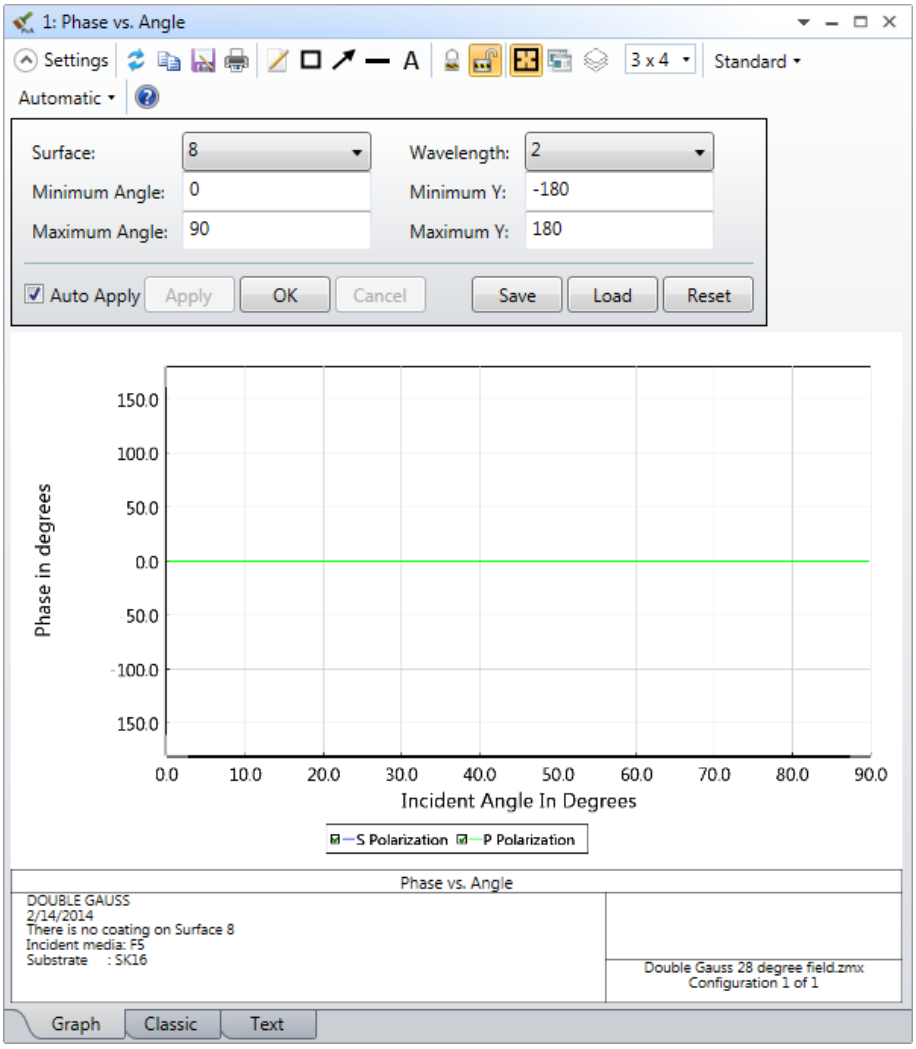
详述 入射角是在指定表面之前的介质中进行测量的。

相位 vs 角度（膜层，偏振组）





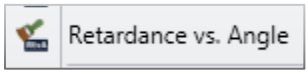
对于序列模式表面，该功能计算不同入射角下 S 和 P 偏振光在反射（如果玻璃为镜面）或透射（如果玻璃为非镜面）时的相位变化。对于非序列物体，该功能计算不同入射角下 S 和 P 偏振光在反射（如果材料为镜面）或透射（如果材料为非镜面）时的相位变化。

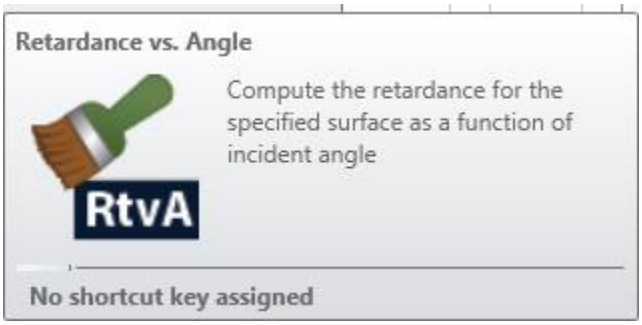


有关参数设置，请参阅“反射率 vs 角度”。

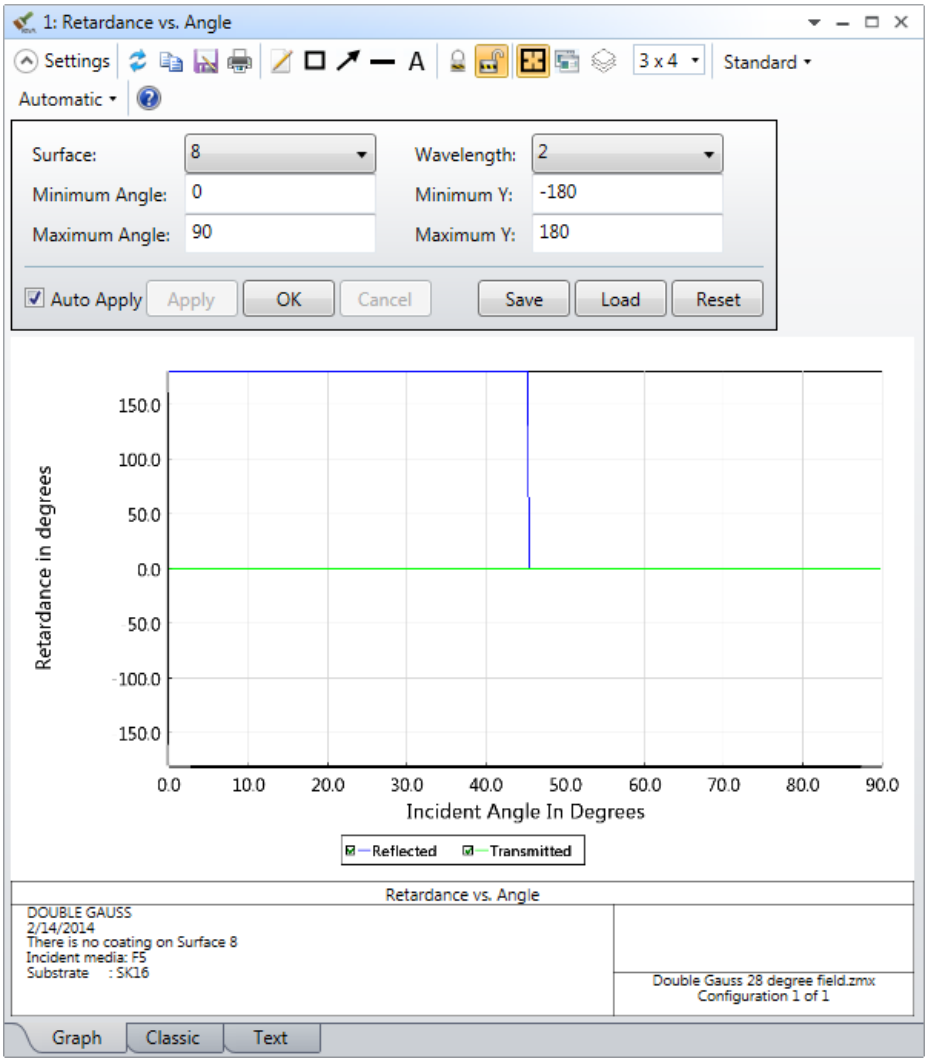
详述 入射角是在指定表面之前的介质中进行测量的。

相位延迟 vs 角度（膜层，偏振组）





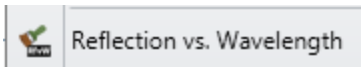
计算特定表面下，不同入射角度下的相位延迟变化。

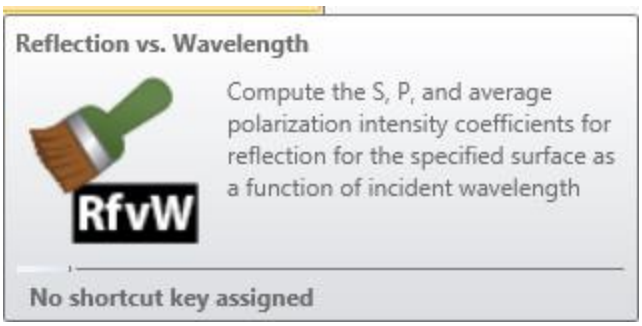


有关参数设置，请参阅“反射率 vs 角度”。

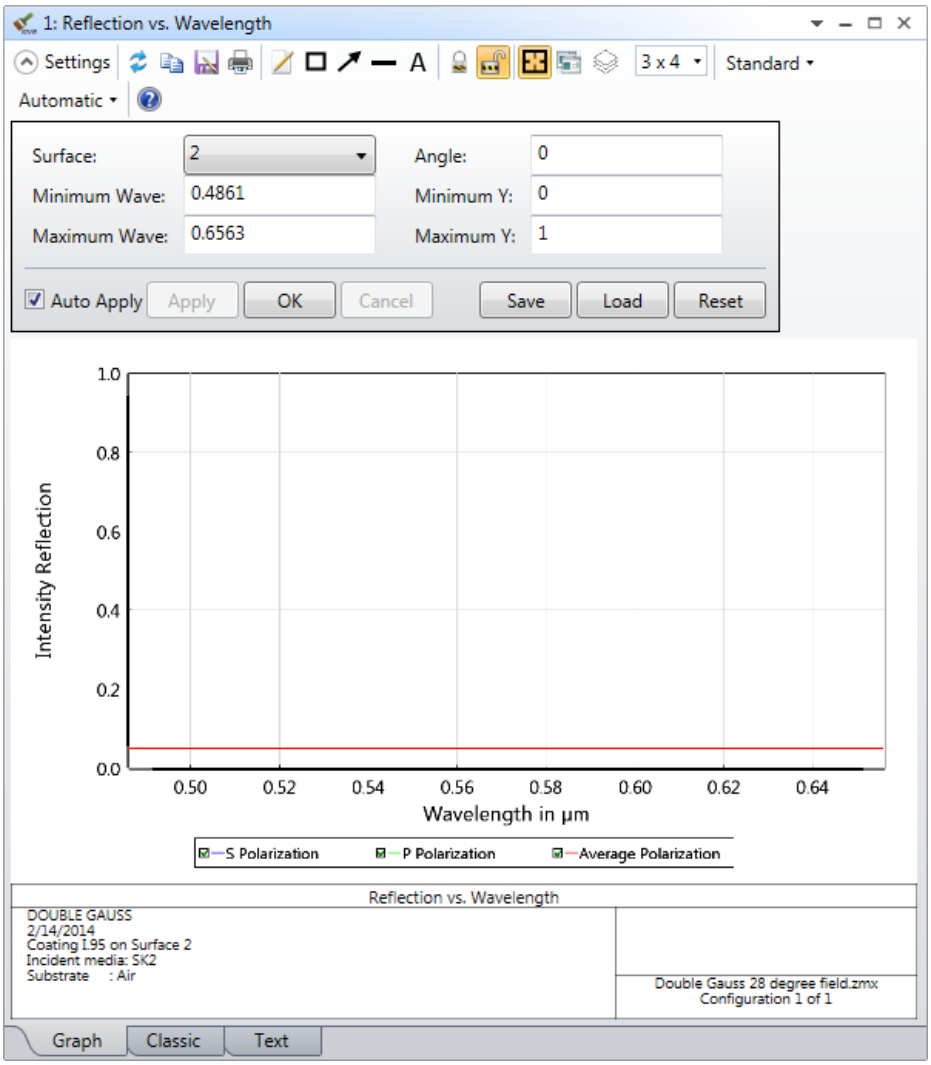
详述 入射角是在指定表面之前的介质中进行测量的。

反射率 vs 波长





计算特定表面上，不同入射波长下 S 和 P 偏振光及平均偏振光的反射率变化。



最小波长 图表的最小波长。指图表横坐标的左边缘。

最大波长 图表的最大波长。指图表横坐标的右边缘。

最小 Y 图表的最小 Y 值。指图表纵坐标的下边缘。

最大 Y 图表的最大 Y 值。指图表纵坐标的上边缘。

表面　如果为序列模式表面，该参数定义所需要分析表面的表面序号。

物体　如果为非序列元件表面，该参数定义所需要分析物体的物体编号。

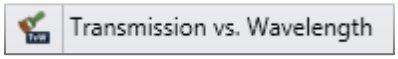
面　　如果为非序列元件表面，该参数定义物体所需要分析表面的表面序号。

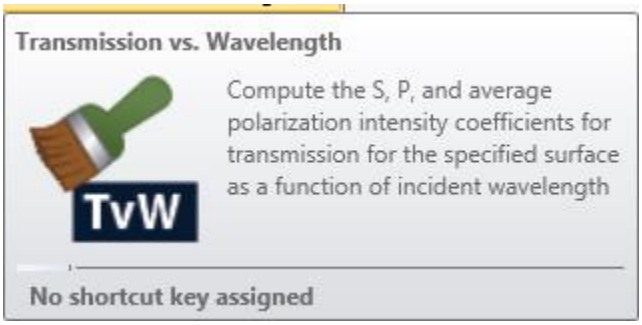
角度　要使用的入射角（以度为单位）。

翻转方向　　如果选定的表面为非序列元件表面，则选中该选项将反转入射空间介质和基底介质。

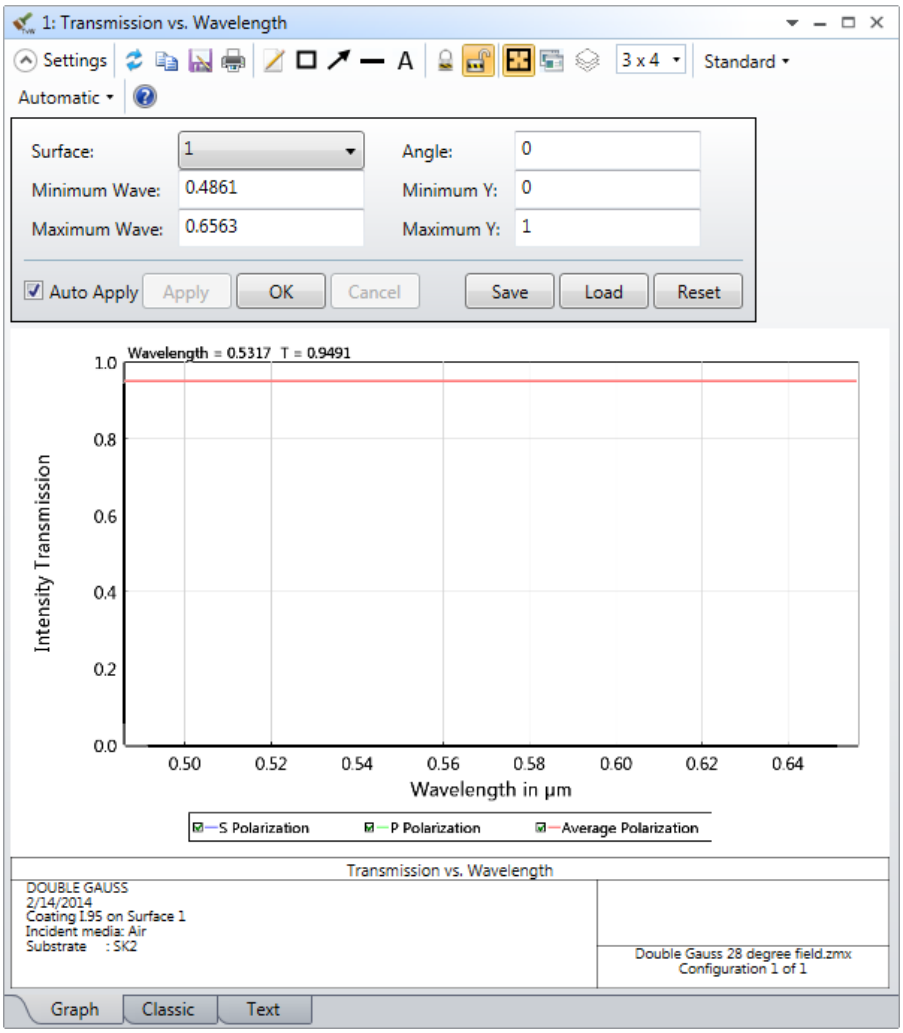
详述 请参阅“偏振（系统选项）”一节。

透过率与波长（膜层，偏振组）





计算特定表面上，不同入射波长下 S 和 P 偏振光以及平均偏振光的透射率变化。

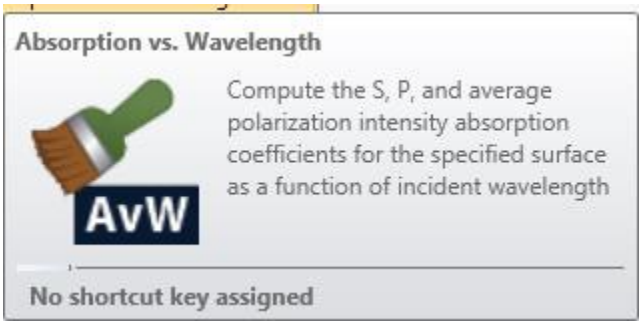


有关参数设置，请参阅“反射率 vs 波长”。

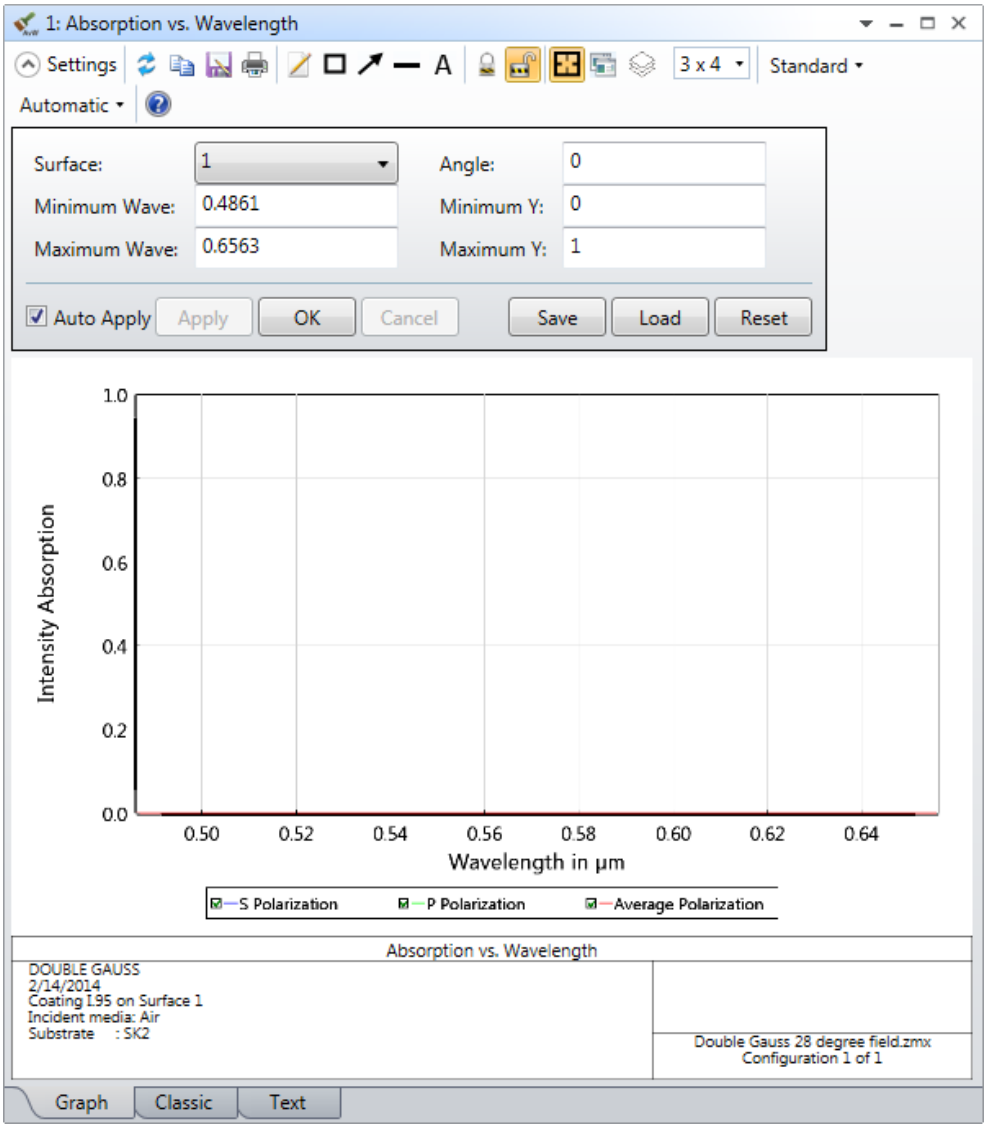
详述 请参阅 “偏振（系统选项）”一节。

吸收率 vs 波长（膜层，偏振组）



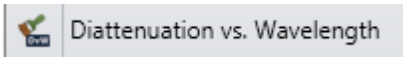


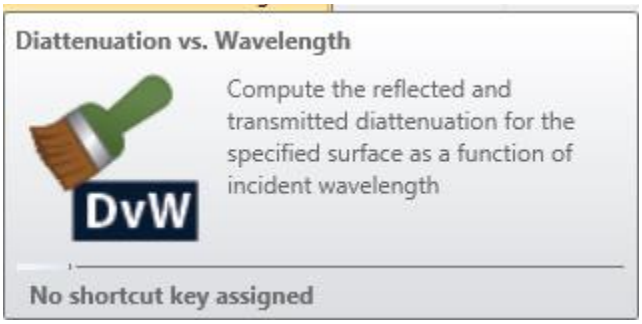
计算特定表面上，不同入射波长下 S 和 P 偏振光以及平均偏振光的吸收率的变化。



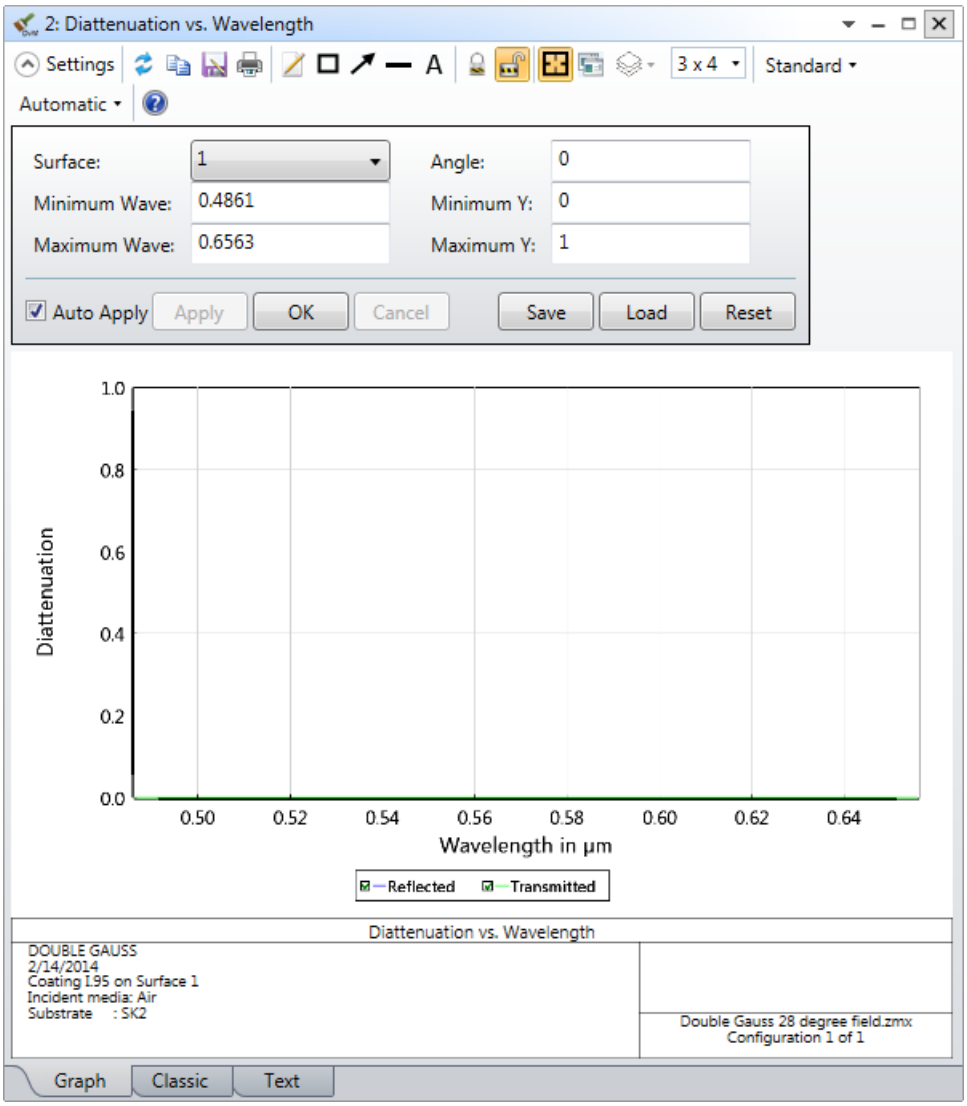
有关参数设置，请参阅“反射率 vs 波长”。

双向衰减与波长





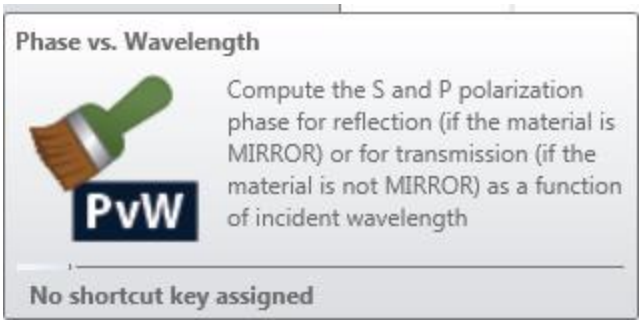
计算特定表面上，不同入射波长下反射和透射的双衰减的变化。



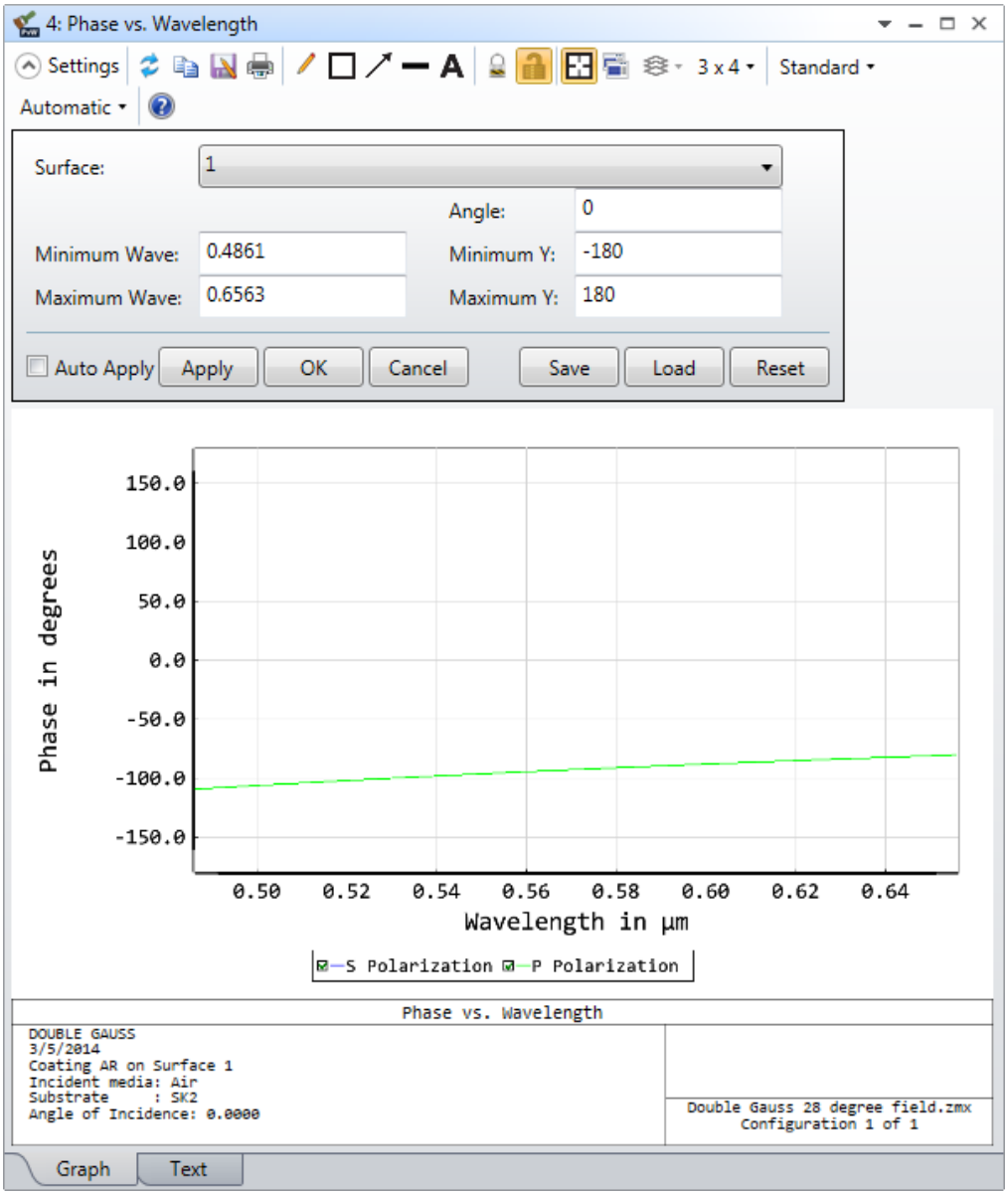
有关参数设置，请参阅“反射率 vs 波长”。

相位 vs 波长（膜层，偏振组）



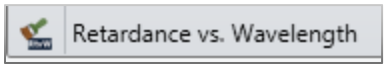


对于序列模式表面，该功能计算不同入射波长下 S 和 P 偏振光在反射（如果玻璃为镜面）或透射（如果玻璃为非镜面）时的相位变化。对于非序列物体，该功能计算不同入射光波长下 S 和 P 偏振光在反射（如果材料为镜面）或透射（如果材料为非镜面）时的相位变化。



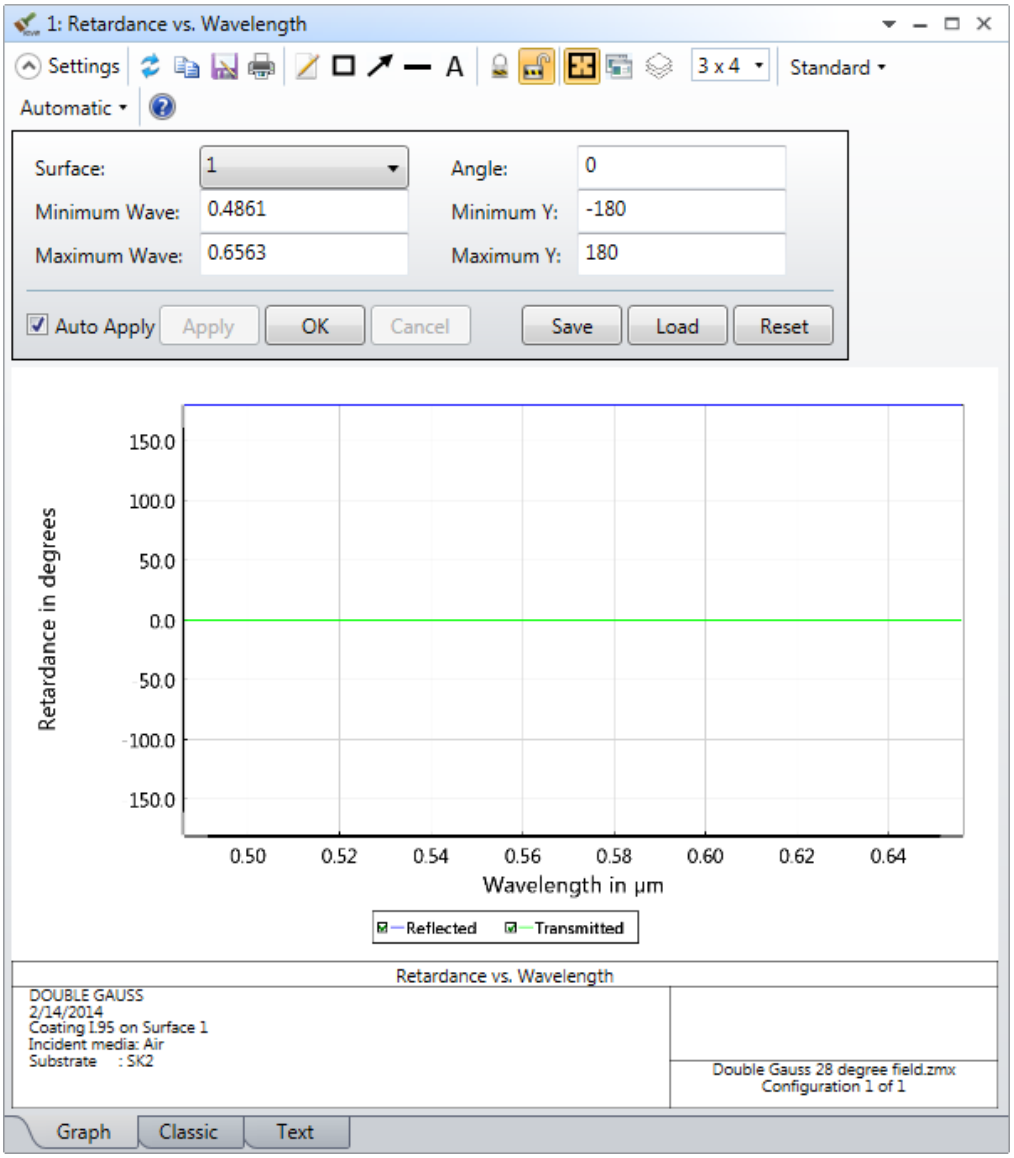
有关参数设置，请参阅“反射率 vs 波长”。

相位延迟 vs 波长（膜层，偏振组）





计算特定表面上，不同入射光波长下相位延迟的变化。

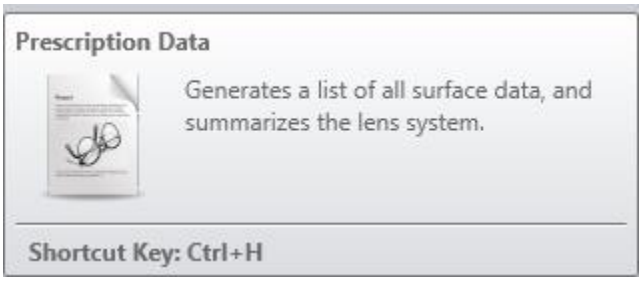


有关参数设置，请参阅“反射率 vs 波长”。

报告组（分析选项卡，非序列用户界面）

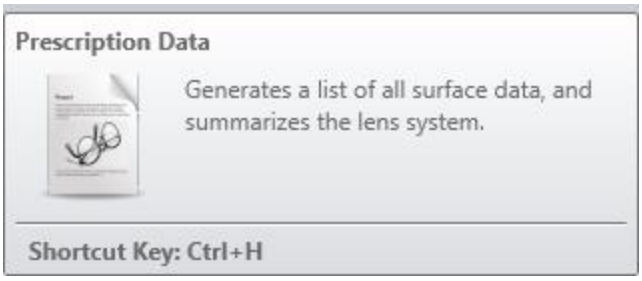
（Reports Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)



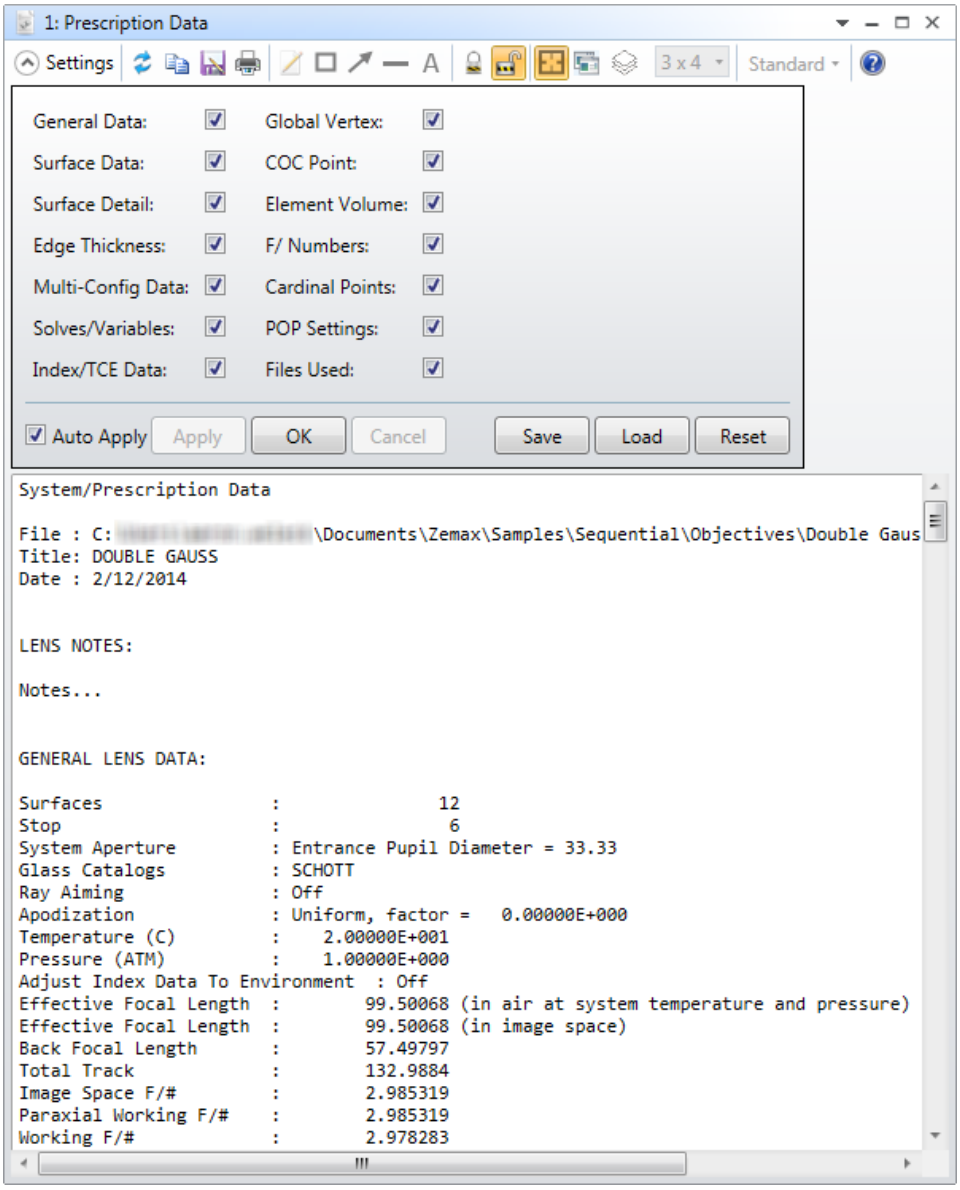


分类数据报告（报告组，分析选项卡，非序列用户界面）





该功能可生成一个包含所有表面数据的列表，并对透镜系统数据进行总结。可以使用该功能来打印镜头数据编辑器中的内容。



通用数据 包括 F/#、光瞳位置、放大率等。

表面数据 表面类型、半径、厚度、玻璃、净口径、半直径、圆锥系数。

表面细节 表面参数数据。表格中列出了全部非序列物体数据。

边缘厚度 每一表面的 X 和 Y 边缘厚度。

多重结构数据 多重结构操作数列表。

求解/变量 求解的类型、数据和变量。

折射率数据 每个波长/表面的折射率和 TCE 数据。

全局顶点 顶点的全局坐标和每个表面的旋转矩阵。有关此数据的详细讨论，请参阅“全局坐标参考面”。

曲率中心点 旋转对称面曲率中心的全局坐标。表面的曲率半径、位置和方向将用于确定曲率中心点。这个点的位置在校正准直时十分有用。

元件体积 元件体积的 cc、密度和质量。请参见下文。

F/ 数 列出每个视场和每个波长组合下的工作 F/#。

坐标点 列出物方焦点、物方主平面、物方节点和像方焦点、像方主平面、像方节点的位置。

POP 设置 列出每个表面在物理光学传播分析功能中所使用的参数设置。

文件被使用 列出光学系统中所使用的全部文件，包括玻璃数据、宏程序、编程扩展、CAD 文件、DLL 文件等。

详述 该报告列出了规格参数、折射率、全局坐标、元件体积等数据。该报告非常适合用于描述透镜系统的指标。

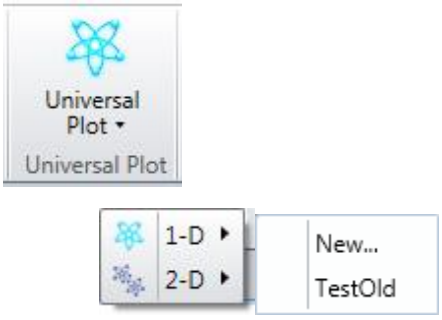
有关计算元件体积的注解

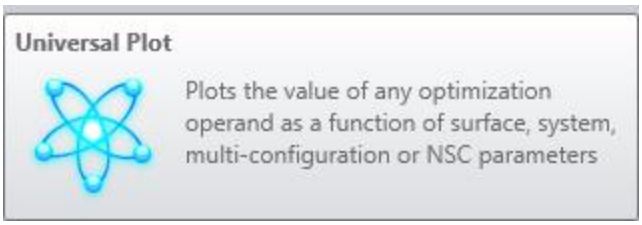
当计算使用球面或平面这类标准面组成的圆形边缘孔径元件的体积时，OpticStudio 会假设将直径较小的表面边缘延伸至净口径或直径较大的表面边缘。对于此种情况，体积计算是精确的。

对于其它类型的元件，例如包含非球面和椭圆、环形或矩形的（偏心）孔径的元件，OpticStudio 将使用数值插值计算的方法来生成误差精确度为 0.1% 的近似体积值。如果表面是旋转对称的，则直径较小的表面边缘将锥形延伸至净口径或直径较大的表面半径来计算体积。如果报告的体积为零，则该算法将无法计算出足够精确的体积。当量表面的孔径类型不同或具有不同的尺寸或偏心时就会出现这种情况。

计算元件密度时，OpticStudio 会从玻璃库中查找对应种类玻璃的密度（以 g/cm^3 为单位）。对于渐变折射率表面，OpticStudio 将假设密度为 3.6 g/cc，这一估算可能并不准确。

通用绘图工具（分析选项卡，非序列用户界面）（Universal Plot Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)）



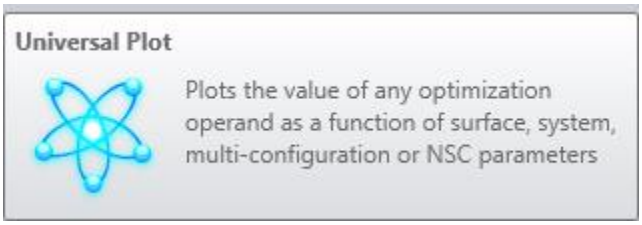


该功能只在 OpticStudio 专业版和旗舰版中提供。

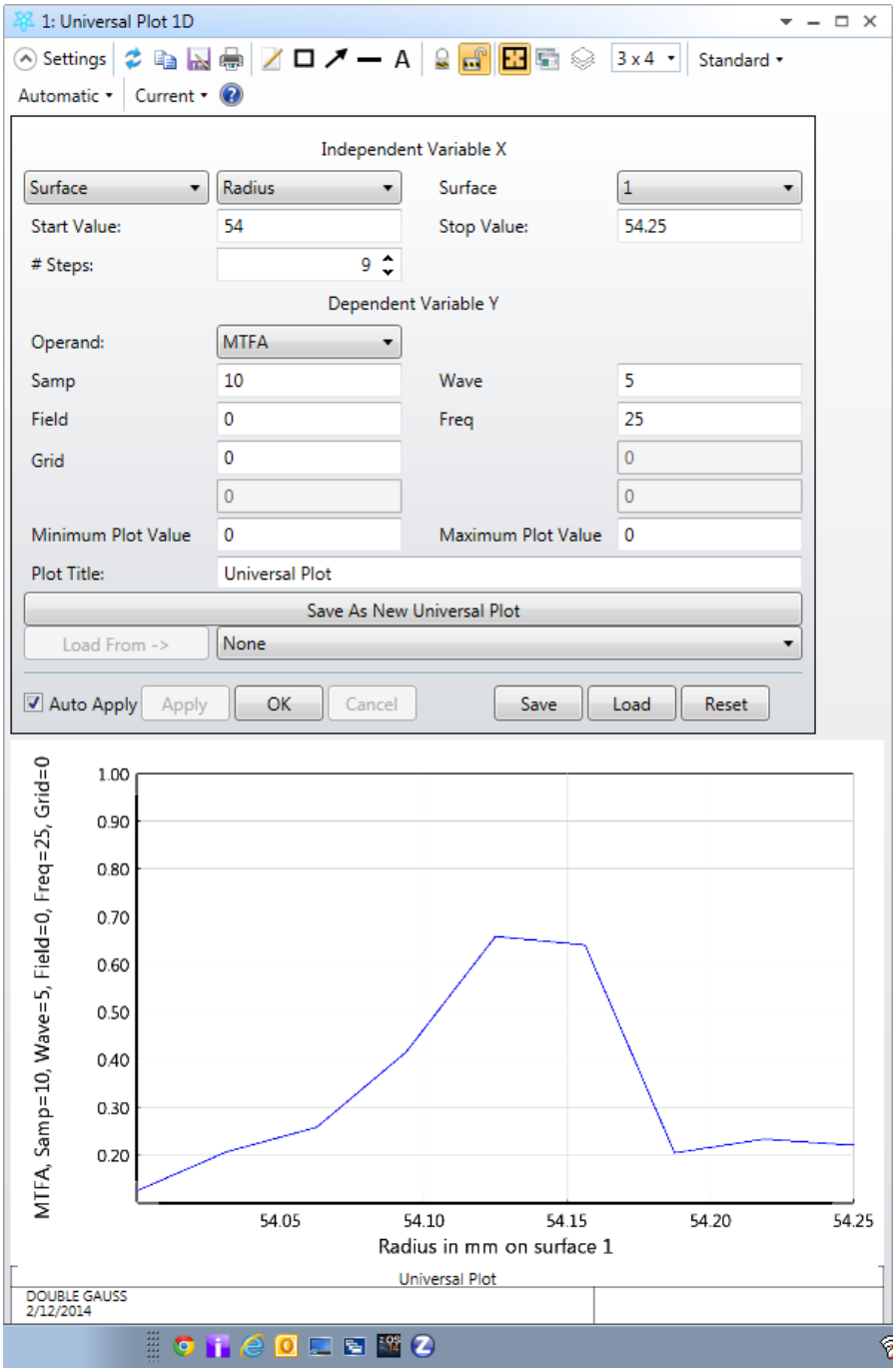
新建一维通用图表







以图表或文本列表的形式，给出以任何参数为独立变量与任意优化操作数结果的函数关系。请参阅“新建二维通用图表...”。



独立变量 X 的设置

可选择表面、系统、多重结构或 NSC 数据作为独立变量。

选择用作独立变量的参数。如果选择表面作为独立变量，可选择的数据包括半径、曲率、厚度、圆锥系数和附加参数。对于系统参数而言，可选择的数据包括系统孔径、视场和波长编号数据、切趾因子、温度和压强。对于结构数据，可以选择所有多重结构操作数数据。对于 NSC 数据，可选择物体位置和额外参数数据。

如果独立变量的参数与表面关联，则“在面上”参数为该表面的编号。如果选择结构数据，则该参数为结构编号。如果选择 NSC 数据，则该参数为物体编号。

起始值/终止值独立变量的开始和结束范围。

步长值 起始值和终止值（含）之间参数值的数量，用来计算因变量函数值。

因变量 Y 的设置

操作数　　作为因变量函数的优化操作数。当前系统的评价函数包含在“评价”一项中。如果在操作数一栏中选择系统评价函数，则在行选项中选择“评价”使系统评价函数作为因变量，或在行选项中选择任意一行操作数来指定该操作数的计算结果作为因变量。

行　　选择作为因变量函数的优化操作数（只有在“操作数”中选择“评价”时才需要进行设置）。

Int1/Int2　　指定操作数的输入值 Int1 和 Int2。对话框将显示 Int1 和 Int2 的缩写名称来帮助识别需要提供的数据。如果该选项变为灰色，则说明指定的操作数不需要使用该参数。

Data1-Data4　指定操作数的数据值。对话框将显示这些值的列标题名称来帮助识别需要提供的数据。如果该选项变为灰色，则说明指定的操作数不需要使用该参数。

最小/最大图形值　　因变量 (Y) 函数的最小值和最大值范围。如果这两个值均为零，则将使用默认比例。如果任何一个值不为零，则通用图表的 Y 范围为指定的最小值到指定的最大值。如果数据不在指定范围内，则这些数据会绘制在数据框边界以外。

图形标题　　任何输入的文本均可以作为图表或文本列表的标题。

保存为新绘图文件　这会将当前图表的设置参数保存为用户指定的一维通用绘图 (UPL) 文件中。任何可以作为有效文件名的名称都可以输入在这里。尽管弹出的浏览窗口允许将文件保存在任何文件夹中，但是 OpticStudio 只能识别存放在<data>\Miscellaneous 文件夹中的 UPL 文件（请参阅“文件夹”）。

成功保存设置后，该文件名将以选项的形式显示在以为通用图表菜单下方的选项内，以供快速重建图表。

载入自从已保存的一维通用绘图 (UPL) 文件中加载设置，该文件可在按钮右侧的下拉列表中选择。

详述

该功能可以用来绘制图表或生成文本数据列表，来展示单个系统、表面或多重结构参数对任意操作数的函数关系。

例如，假设需要分析透镜组偏心对空间频率为 30 lp/mm 弧矢方向的调制传递函数 (MTF) 的影响（这是分析公差中非常有效的分析方法）。由于 MTFS 操作数可以计算弧矢方向的 MTF，因此使用一维通用绘图就可以生成该分析的图表或文本列表。有关可用的优化操作数列表，请参阅“优化操作数”。镜头组的偏心可以由相关坐标间断面上的参数 1 或 2 来定义，并且参数 1 和 2 都可以定义为独立变量。

由于使用该功能可以生成众多不同的图表，因此在独立变量或因变量的设置上没有最优选项。这些参数需要在充分考虑后设置在对话框中。如果设置的优化操作数无法计算，通用绘图将提示错误消息，并且不会生成图表。

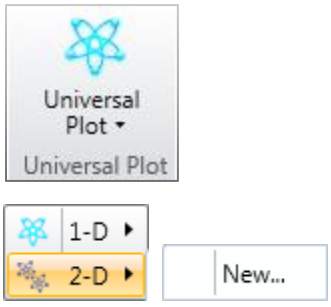
由于很多优化操作数可以使用归一化视场坐标 Hx 和 Hy 来定义计算的视场点，因此这些操作数可能会需要先将视场个数设置为 1，然后将该视场下的 Hx 设为 0 并将 Hy 设为 1，最终实现将 Y 方向视场 1 作为独立变量并绘制出指定操作数与不同视场的函数关系图表。同样也可以按照类似技巧来绘制波长函数的图表。

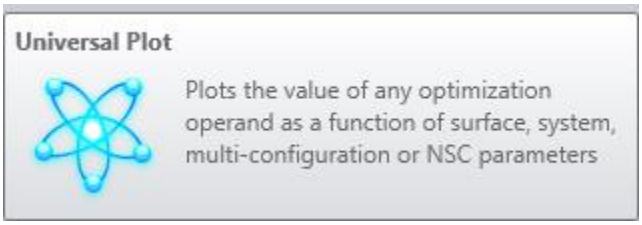
在“操作数”选项中单独选择某些操作数（例如 DIFF 和 SUMM）是没有意义的，因为这些操作数只作为大量评价函数的一部分时才有作用。如果需要使用类似 DIFF 之类的操作数的计算结果时，应从“操作数”列表中选择“评价”并在“行”中单独选择 DIFF 操作数。

选择由多重结构操作数控制的独立变量时请注意，多重结构操作数将覆盖对独立变量做出的更改。因此，OpticStudio 会自动更改多重结构操作数上的相应数据。

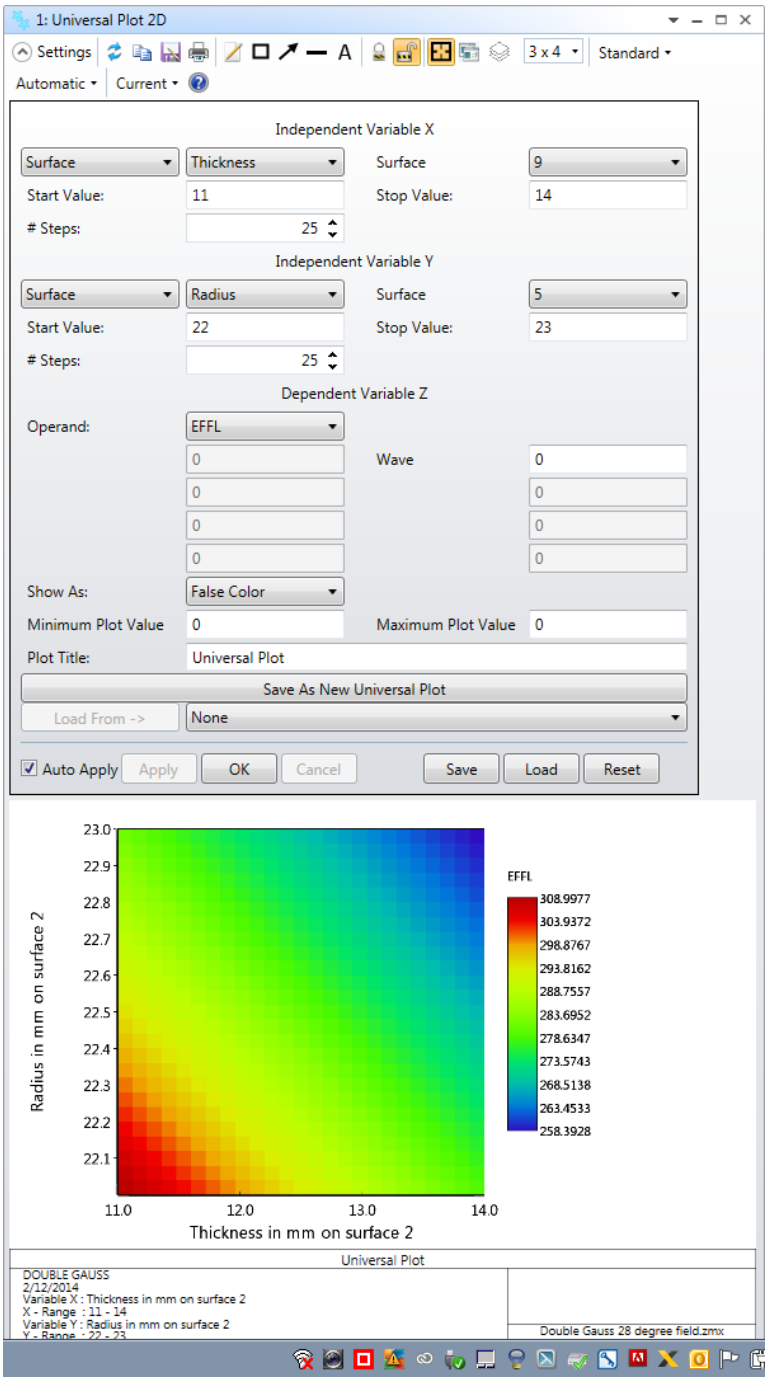
如果计算耗时过长，可以按下退出键 (Esc) 终止分析。

新建二维通用图表





以三维图表或文本列表的形式，给出以任意两个参数为独立变量与任意优化操作数结果的函数关系。另请参阅“新建一维通用图表...”。



独立变量 X 或 Y 的设置

可选择表面、系统、多重结构或 NSC 数据作为独立变量。

选择用作独立变量的参数。如果选择表面参数，则可用选择的数据包括半径、曲率、厚度、圆锥系数和参数值。对于系统参数而言，可选择的数据包括系统孔径、视场和波长编号数据、切趾因子、温度和压强。对于结构参数，可以选择所有多重结构操作数数据。对于 NSC 参数，可以选择 NSC 物体的位置和额外参数数据。

如果独立变量的参数与表面关联，则“在面上”参数为该表面的编号。如果选择结构数据，则该参数为结构编号。如果选择 NSC 数据，则该参数为物体编号。

起始值/终止值独立变量开始和结束的范围。

步长值　　起始值和终止值（含）之间的参数值的数量，用与计算因变量函数值。最小值是 2。

因变量设置

操作数　　作为因变量函数的优化操作数。当前系统的评价函数包含在“评价”一项中。如果在操作数一栏中选择系统评价函数，则在行选项中选择“评价”使系统评价函数作为因变量，或在行选项中选择任意一行操作数来指定该操作数的计算结果作为因变量。

行　　选择作为因变量函数的优化操作数（只有在“操作数”中选择“评价”时才需要进行设置）。

Int1/Int2　　指定操作数的输入值 Int1 和 Int2。对话框将显示 Int1 和 Int2 的缩写名称来帮助识别需要提供的数据。如果该选项变为灰色，则说明指定的操作数不需要使用该参数。

Data1-Data4　指定操作数的数据值。对话框将显示这些值的列标题名称来帮助识别需要提供的数据。如果该选项变为灰色，则说明指定的操作数不需要使用该参数。

显示设置

显示为　　可选择表面图、等高线图、灰度图或伪色图作为显示选项。

轮廓格式　　轮廓格式字符串。有关轮廓格式字符串语法的详细信息，请参阅“轮廓格式字符

串”。

最小/最大图形值　　该选项用于定义 显示图标 Z 方向标尺的最小值和最大值范围。如果该选项设置为零，则将使用默认值。如果要定义一个零值，请使用非常小的数值，例如 1.0E-20。如果定义的图表标尺不能将所有分析数据包含在内，则图表将出现裁剪或饱和等，导致数据显示失真。这些设置不会对表面或等高线的显示产生任何影响。

图形标题　　任何输入的文本均可作为图表或文本列表的标题。

保存为新绘图文件　　这会将当前参数设置保存在由用户指定的二维通用绘图 (UP2) 文件中。任何可以作为有效文件名的名称都可以输入在这里。尽管弹出的浏览窗口允许将文件保存在任何文件夹中，但是 OpticStudio 只能识别存放在<data>\Miscellaneous 文件夹中的 UP2 文件（请参阅“文件夹”）。

成功保存设置后，该文件名将以选项的形式显示在以为通用图表菜单下方的选项内，以供快速重建图表。

载入自从已保存的一维通用绘图 (UPL) 文件中加载设置，该文件可在按钮右侧的下拉列表中选择。

详述

该功能可以用来绘制图表或生成文本数据列表，来展示两个系统、表面或多重结构参数对任意操作数的函数关系。

例如，假设需要分析透镜组在 X 方向和 Y 方向的偏心对空间频率为 30 lp/mm 弧矢方向的调制传递函数 (MTF) 的影响（这是分析公差中非常有效的分析方法）。由于 MTFS 操作数可以计算弧矢方向的 MTF，因此使用二维通用绘图就可以生成该分析的图表或文本列表。有关可用的优化操作数列表，请参阅“优化操作数”。镜头组的偏心可以由相关坐标间断面上的参数 1 和 2 来定义，并且参数 1 和 2 都可以定义为独立变量。

由于使用该功能可以生成众多不同的图表，因此在独立变量或因变量的设置上没有最优选项。这些参数需要在充分考虑后设置在对话框中。如果设置的优化操作数无法计算，通用绘图将提示错

误消息，并且不会生成图表。

由于很多优化操作数可以使用归一化视场坐标 Hx 和 Hy 来定义计算的视场点，因此这些操作数可能会需要先将视场个数设置为 1，然后将该视场下的 Hx 设为 0 并将 Hy 设为 1，最终实现将 Y 方向视场 1 作为独立变量并绘制出指定操作数与不同视场的函数关系图表。同样也可以按照类似技巧来绘制波长函数的图表。

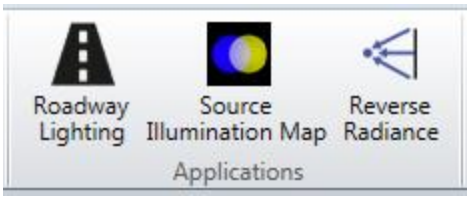
在“操作数”选项中单独选择某些操作数（例如 DIFF 和 SUMM）是没有意义的，因为这些操作数只作为大量评价函数的一部分时才有作用。如果需要使用类似 DIFF 之类的操作数的计算结果时，应从“操作数”列表中选择“评价”并在“行”中单独选择 DIFF 操作数。

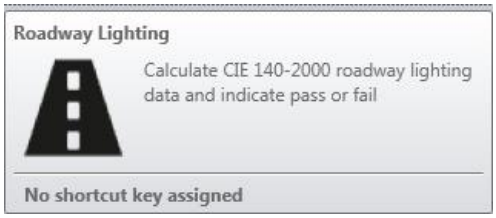
选择由多重结构操作数控制的独立变量时请注意，多重结构操作数将覆盖对独立变量做出的更改。因此，OpticStudio 会自动更改多重结构操作数上的相应数据。

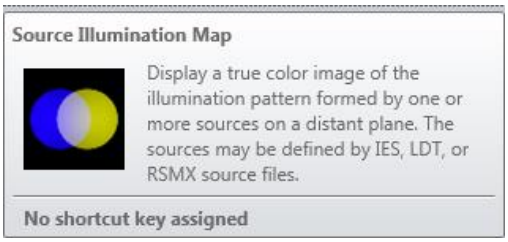
如果计算耗时过长，可以按下退出键 (Esc) 将终止分析。

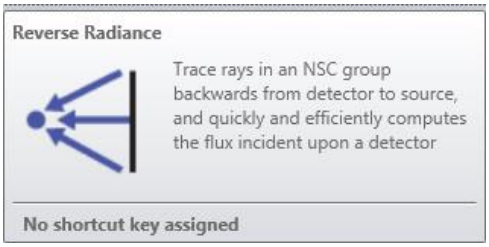
应用分析组（分析选项卡，非序列用户界面）

Applications Group (the analyze tab, non-sequential ui mode）



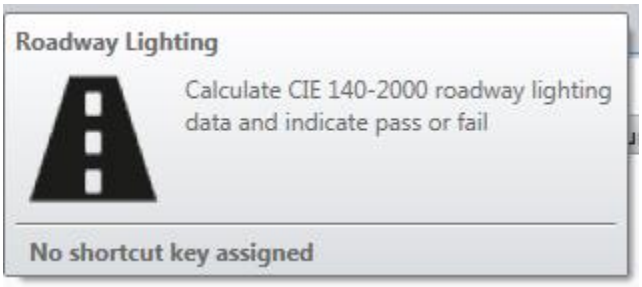






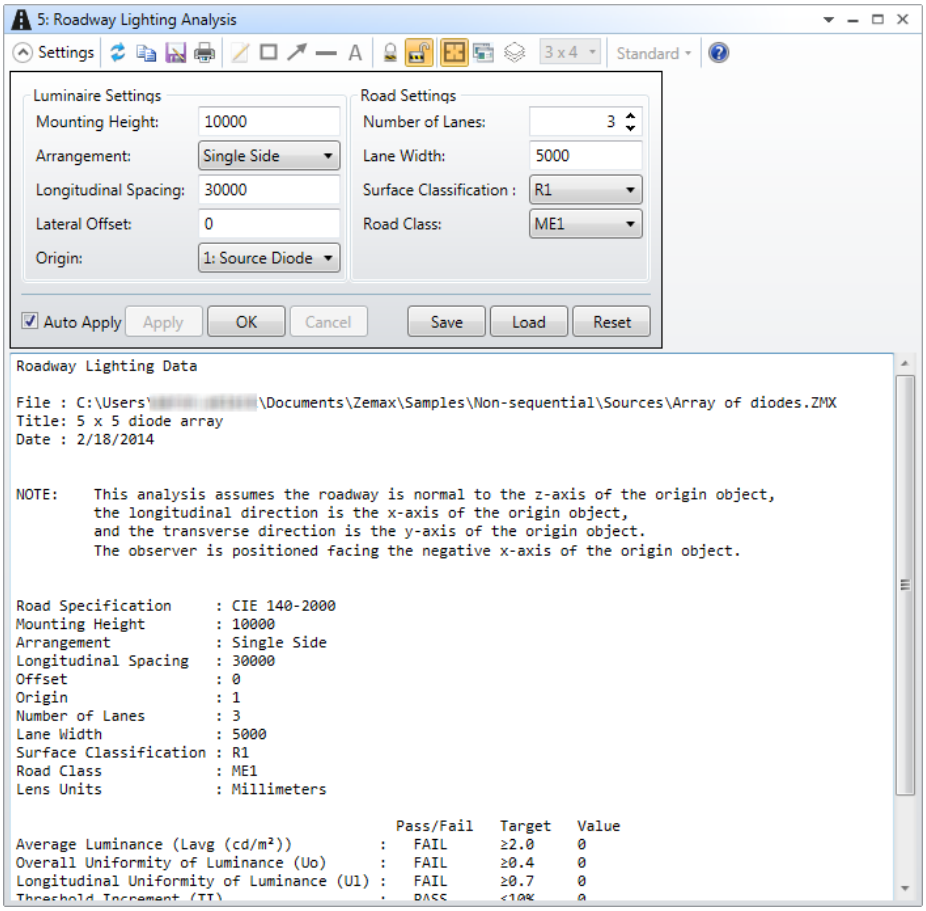
道路照明





该功能只在 OpticStudio 旗舰版中提供。

计算 CIE 140-2000 道路照明数据。



安装高度　　从道路到灯具原点的距离，以镜头单位表示。

布置　　灯具的布置。可选择单侧、双侧或错列。

纵向间隔　　沿着道路的方向上灯具之间的间隔，以镜头单位表示。对于单侧和双侧的布置方式，该参数为道路同一侧上两相邻灯具之间的间隔。对于交错布置，该参数为位于道路两侧上的相邻灯具之间沿道路方向的间隔。因此，在错列布置方式下，道路的同侧相邻灯具的间隔应为该参数的两倍。

横向偏移　　灯具的横向偏移距离，以镜头单位表示。这是灯具相对于道路边缘的横向距离。该参数可以是正数或负数。

原点　　表示灯具坐标系统原点的物体。

车道数　　道路上的车道数。

车道宽度　　每条车道的宽度，以镜头单位表示。

表面分类　　路面分类。该参数用来表示路面的反光程度。目前支持 R1、R2、R3 和 R4。

道路等级　　道路等级。该参数表示通过道路所需的规格。当前支持 ME1、ME2、ME3A、ME3B、ME3C、ME3D、ME4A、ME4B、ME5、ME6、CE0、CE1、CE2、CE3、CE4 和 CE5。

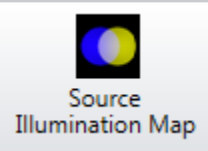
详述

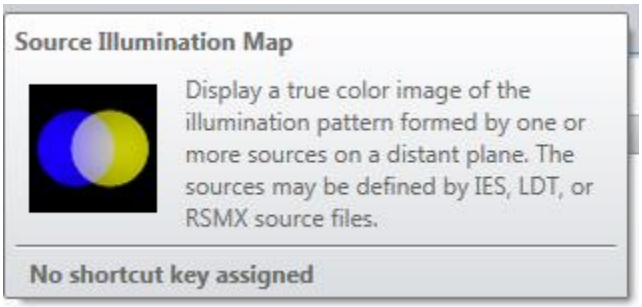
该功能根据 CIE 140-2000“道路照明计算”标准计算道路照明数据。该计算可以快速检验灯具是否通过道路等级所需的规格。虽然所有设置都以系统单位来定义的，但该计算得到的结果在每个规格中都是以米和流明为单位的。

该分析功能有两种使用方法。第一种使用方法是通过*.IES 或 *.LDT 文件分析现有灯具的远场强度分布。在此情况下，需要将远场数据文件指定为原点物体，OpticStudio 在计算中将只考虑此光源。第二种使用方法是使用用户定义光源和几何形状与道路系统相关联，并且系统中不应存在任何其它物体或探测器。OpticStudio 会追迹来自所有定义的光源，并且根据远场强度计算数据。两种方法中均假设原点物体的局部 x 轴为纵向方向（沿着道路方向），局部 y 轴为横向方向（横跨道路）。请注意，一些 IES/LDT 文件中的数据是在假设不同的灯具方向下进行定义的。确保在使用此分析前确认光源方向，如有必要可旋转光源。

该功能还具备优化灯具以通过这些规格标准的能力。详细信息请参阅“NSC 道路评价函数工具”。

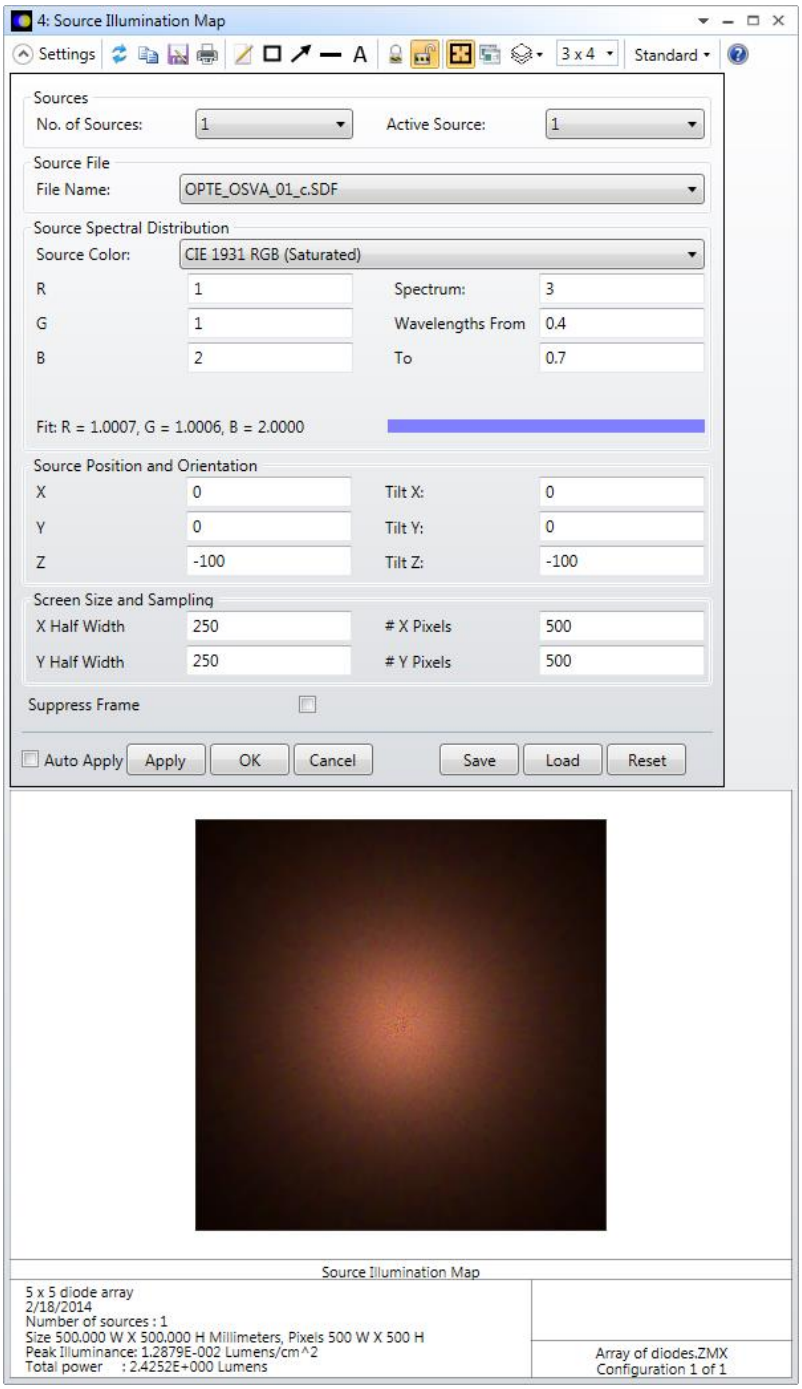
光源照度图





该功能只在 OpticStudio 旗舰版中提供。

将一个或多个光源形成的照度图案显示为真彩色图像。这些光源可以由 IES、LDT 或 RSMX 光源文件定义。



光源数　　要显示的光源的数量。可以是 1 到 8 之间的任意数字。

当前光源　　随后输入的数据（文件名、光谱分布、位置和方向）定义的光源编号。

光源文件

文件名称　　需要进行数据显示的 IESNA、EULUMDAT、RSMX 或 SDF 文件的名称。

光源光谱分布

光源颜色　　用于定义当前光源的光谱分布模型。该选项提供了十种光源颜色模型，详细信息请参阅“定义光源的颜色和光谱”。

X、Y、Z；x、y；R、G、B；Temp (K)；u'v'　六个模型需要输入额外参数来对当前光源的颜色进行定义。应根据所选模型输入适当参数（例如针对 CIE 1931 三刺激值 XYZ 模型中的 X、Y 和 Z 值）。对于系统波长、等能白光、D65 白光或光谱文件模型无需输入额外参数。对于需要输入额外参数的模型（除黑体光谱以外），OpticStudio 必须进行拟合才能确定相应的光谱（D65 白光模型也需要进行拟合）。有关拟合算法的详细信息，请参阅“光谱拟合算法”。

光谱　　用于定义当前光源光谱分布的波长数量。当使用系统波长或光谱文件模型时，用户无需使用此选项（尽管在后一种情况中，需要从光谱文件中读取适当的参数值）。

波长从　　用于定义当前光源光谱分布的最小波长（以微米为单位）。使用系统波长或光谱文件模型时，用户无需使用此选项（尽管在后一种情况中，需要从光谱文件中读取适当的参数值）。

到　　用于定义当前光源光谱分布的最大波长（以微米为单位）。使用系统波长或光谱文件模型时，用户无需使用此选项（尽管在后一种情况中，需要从光谱文件中读取适当的参数值）。

光谱文件　　包含当前光源光谱数据的文件名称。该选项仅在使用光谱文件模型时可用。有关文件格式的信息请参阅物体属性中的光源部分中的“定义光谱文件”一节。

光源位置和方向设置

X；Y；Z　　当前光源的全局 X、Y 和 Z 位置，以镜头单位表示。屏幕的全局位置始终是 (0,0,0)。

X-倾斜；Y-倾斜；Z-倾斜　　当前光源的全局 X、Y 和 Z 倾斜，以度为单位。

屏幕尺寸和采样

X、Y 半宽　　屏幕的 X 和 Y 半宽，以镜头单位表示。

X、Y 像元数　屏幕上 X 和 Y 方向上的像素数量。

压缩框架　　如果选中，将不会绘制文本数据及框架，整个窗口将用于显示图像。

详述

该分析功能可以模拟多个光源（最多 8 个）发出的光通量在屏幕上形成的真彩色图像。相应的光源文件中保存了屏幕上每个像素在每个空间角上的远场发光强度数据。以确定每个像素上接收到的光通量。由于该分析只考虑光源的远场分布，因此会忽略包含在 RSMX 和 SDF 文件中的空间光源数据（IES 或 LDT 文件中不存在空间数据）。

需要模拟的光源总数由“光源数”确定。通过“当前光源”来输入指定光源的光源属性。并且每个光源都使用特定文件来定义。此外，每个光源都具有独一无二的光谱分布以及独一无二的全局位置和方向。如果特定光源选择了包含光谱数据 的 RSMX 文件或 SDF 文件，则光源的光谱分布设置会变为灰色。在这种情况下，光源的颜色信息由 RSMX 或 SDF 文件直接提供。

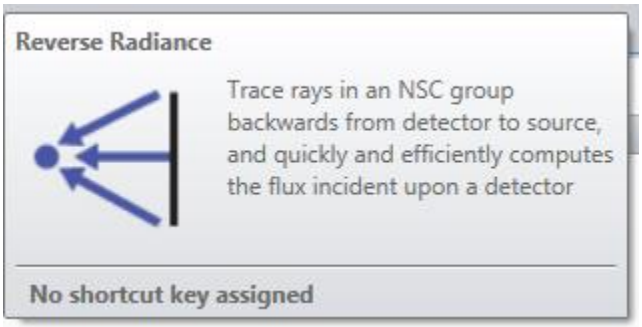
屏幕的全局位置始终是 (0,0,0)，而且屏幕的全局方向始终沿着 Z 轴方向，也就是说屏幕法向量的方向余弦为 (0,0,1)。屏幕的尺寸和采样率分别由参数“X/Y 半宽”和“X/Y 像元数”决定。

光源文件必须保存在 <data>\Objects\Sources\ 文件夹中；IES 文件、LDT 文件、RSMX 文件和 SDF 文件必须分别保存在 IESNA 子文件夹、EULUMDAT 子文件夹、Radiant Source Model™ 文件子文件夹和光源文件子文件夹中（请参阅“文件夹”）

。

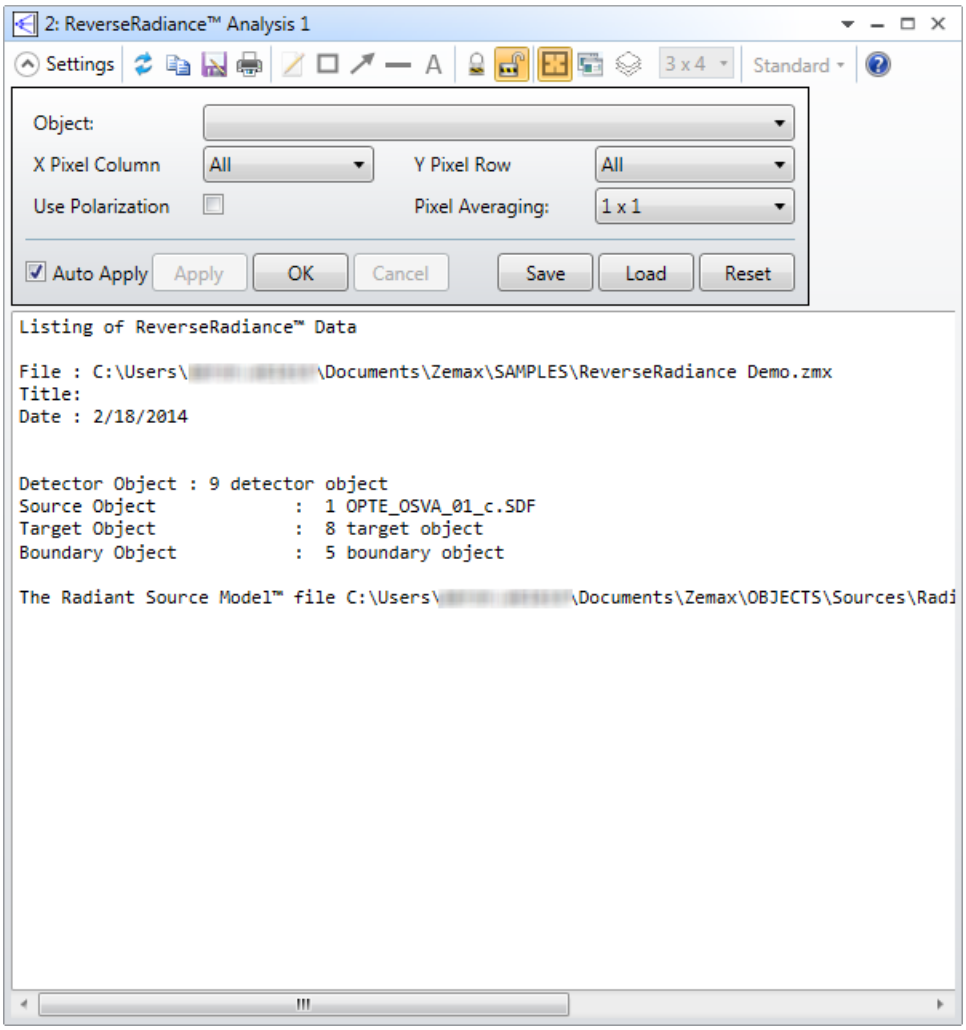
反向光线追迹





该功能只在 OpticStudio 旗舰版中提供。

该功能从探测器“反向”追迹 NSC 光线到光源，并快速、高效地计算探测器的入射光通量。



物体　选择探测器物体；详细信息，请参阅下面的详述。

X 方向像素　选择所有或指定一列。

Y 方向像素　选择所有或指定一行。

使用偏振　如果选中，则会在计算中考虑偏振透射率。

像素平均　对于近场条件下具有细节结构的光源，光源的发光强度会对反向追迹光线的坐标非常敏感。这样会导致光线汇聚速度降低，并且需要使用较高的采样率才能得到较好的结果。在计算近场强度时，像素平均通过计算相邻像素的平均值来进行平滑处理。例如，对于一个 5 x 5 的网

格，像素平局会计算相邻的 25 个像素的平均值，而不仅仅是使用照射到该像素上的强度值。

详述

在照明设计中，确定一个或多个光源在探测器上的光通量分布是一个很常见的分析任务。执行此分析的常规方法是首先描述一个或多个光源的光通量输出（通常使用光线列表），然后对光源发出的光线进行追迹，光线通过所有光学元件最终照射到探测器上。最终将所有光线的光通量相加，得到探测器上光通量或不同像素的单位面积光通量。

通常情况下，探测器不同，总光通量和颜色的分布也会发生明显变化。造成此变化的原因是光源输出的复杂性，以及光线与光学元件的相互作用。为了解决并研究这类变化，需要探测器具有非常高的像素数量。遗憾的是，像素越多，每个像素就越小，照射到单个像素的光线就越少。这会导致在计算每个像素的入射光通量时出现更多错误。

其中像素错误可以使用信噪比 (SNR)进行评估。如果所有光线具有相同权重且所有光线都具有相同的波长，那么信噪比可以用 N 的平方根表示，其中 N 是像素上的入射光线的数量。更常见的情况是并非所有光线的权重都是相同的，并且在考虑真彩色时需要的光线数量会更多（至少需要 3 倍的光线数量）。因此，要得到误差精度为 1% 的结果，所需的信噪比为 100，则每个像素所需的光线数至少为 30,000 条。对于 200 x 200 个像素的面探测器来说，所需追迹的最小光线数的近似值为 10 亿根。在执行传统的正向光线追迹时，通常情况下我们无法预知光线的传播方向（这也是光线追迹要揭示的信息），因此为了得到精确的结果，甚至需要更多的光线。

该方法的还有另一个不足之处。通常情况下，计算光通量只需要计算参考表面上特定的几个点即可，而不需要计算整个探测器上的点。例如，设计目标是实现探测器上的某一处具有最小光通量值，并且在其他某些位置上能够具有最小或最大光通量。正向追迹的光线可能进入最终不会用于分析的区域，计算这些光线对实际所需的结果没有任何帮助，因此这造成了“浪费”。

ReverseRadiance™ 方式

对于某些系统来说这是一个非常有效的备选方法。该方法追迹从探测器到光源的反向光线，并且只追迹照射到探测器上的特定像素的光线。由于无法得知光源发出的哪些光线会照射到探测器，所以改为按照从探测器到光源这一方向追迹光线，然后根据光源处的光通量及光线的行进方向来分配适当的光通量。该方法需要考虑一些其它情况：

- 从探测器开始追迹的光线需要最终照射到光源的方向，
- 光线追迹路径可被检测处光线已“照射到”光源
- 在给定光线波长、位置和角度的情况下，光源的辐照度（或光照度）必须已知
- 必须有足够多的采样光线来确定从探测器到光源的所有可能路径

ReverseRadiance™ 功能支持这类计算方式。需要仔细完成多个步骤以使该分析功能得到准确的结果，如下所述。

定义光源物体

光源必须是“光源文件”一节中描述的光源文件。此外，光源文件必须使用“生成 Radiant Source Model™ 光线”中描述的 Radiant Source Model™ 光线文件生成功能来生成。该步骤非常重要，因为只有 Radiant Source Model™ 文件包含实际测量的随波长、位置和角度变化的辐射强度或发光强度。并且需要使用该数据得到适当的探测器上的入射光通量。如果没有该数据，ReverseRadiance™ 将计算探测器上的光通量为零。

定义边界物体

由于光源物体为一些列光线，因此它需要一个分立的物体来定义光源的物理范围。此物体可以是任何与光源的实际物理形状很接近的形状。它可以是球体、圆柱体、矩形立方体或任何其它支持的形状。该物体可以没有特定的物理属性，它的用途仅仅是允许光线追迹算法检测逆向光线是否到达光源附近。一旦光线足够靠近光源并且与物体边界相交时，则光线追迹会中止，并按下述方式计算光通量。

对于边界物体，通常应该将“光线忽略物体”选项设为“开始”，这样正向追迹光线不会与边界物体相交。该设置位于物体属性中的“类型”选项卡中，请参阅“类型”。

定义目标物体

在从探测器追迹逆向光线时，如果只在最终会与边界物体（光源物体本身）相交的方向进行光线

追迹，那么将大幅提高分析的效率和精确度。需要使用一个特殊类型的 NSC 物体作为目标，其名称为 ReverseRadiance™ 目标，如“ReverseRadiance 目标”中所述。

目标物体的参数设置为：

- 形状：用 0 表示矩形目标，用 1 表示椭圆形目标。
- X/Y 半宽：整个目标的尺寸（用镜头单位表示）。
- X/Y（或径向/角度）像元数：将整个目标分为许多小的像素。

目标上的像素具有特殊的用途。光线将从从每个探测器的像素追迹至每个目标像素的中心。这就是整体控制采样率和准确度的方法。目标物体上的像素越多，计算的速度越慢，但结果也越准确。即便适当提高采样率，也不会需要正向光线追迹那么多的光线就能得到准确的结果。可以增加目标上的像素数量，直至结果收敛。

定义探测器物体

在 非序列编辑器中，根据“ReverseRadiance 探测器”一节定义 ReverseRadiance™ 探测器物体。该物体定义了探测器的位置和尺寸，以及用于逆向追迹的像素数量。

探测器物体的参数设置为：

- 形状：0 表示矩形探测器， 1 表示椭圆形探测器。
- X/Y 半宽：整个探测器的尺寸，用镜头单位表示。
- X/Y（或径向/角度）像元数：将整个探测器分许多较小的像素。
- 光源物体：光源文件的物体编号。
- 目标物体： ReverseRadiance™ 目标的物体编号。
- 边界物体：边界物体的物体编号。
- 反向光线颜色：绘制从该探测器发射的光线的线条颜色。如果为零，则将选择默认颜色。

输出数据

该功能会生成每个像素上数据计算结果的文本列表。光通量是像素的总能量，以瓦或流明为单位。辐照度/光照度是单位面积上的能量。X/Y/Z 值是三刺激色的光通量值，它用来确定被照亮的像素的颜色。请注意，Y 值包含以流明为单位的光通量值的重复信息。。

其它注解

在布局图上，光线从 ReverseRadiance™ 探测器向 ReverseRadiance™ 目标的方向进行追迹并绘制 ReverseRadiance™ 光线。为了防止布局图过于混乱，每个方向（X、Y 或径向、角向）上的目标光线的数量均限制为 8 条。

当使用 Radiant Source Model™ 文件生成光线文件时，随着光源文件 SDF 文件同时还会创建一个扩展名为 RRD 的小文件。该文件用于指引 ReverseRadiance™ 功能使用 Radiant Source Model™ 光源文件中的哪些光线来产生光线束。 RRD 文件和原始 Radiant Source Model™ 文件必须同时存在，以保证 ReverseRadiance™ 功能正常运行。

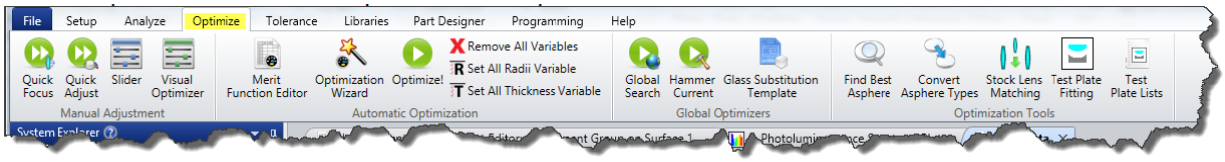
目前只支持单个 Radiant Source Model™ 文件。

如果存在多个光源，ReverseRadiance™ 功能不能同时考虑多个光源。

对于包含匀光片（或其它散射元件）的系统，ReverseRadiance™ 得到的结果并不准确。

优化选项卡（序列模式）The Optimize Tab (sequential ui mode)

优化菜单下 OpticStudio 的优化工具如下：



关于优化的更多内容，请参阅优化概述。

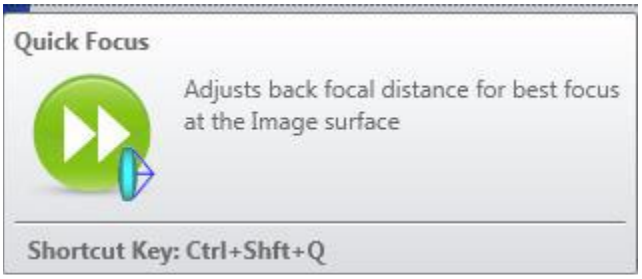
手动调整组(Manual Adjustment Group)

以下是手动调整工具按钮：

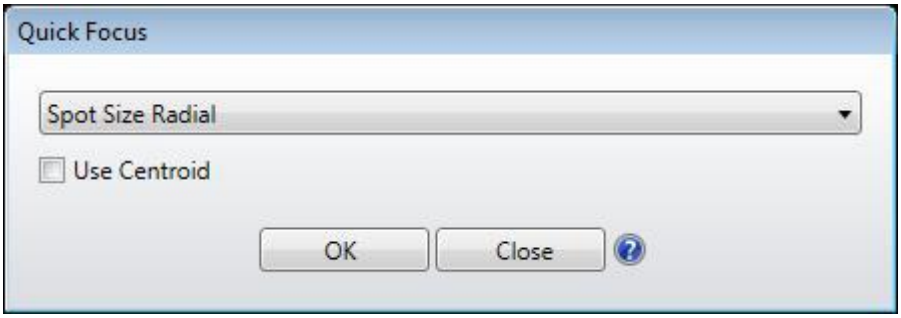


快速聚焦(Quick Focus)





快速聚焦(Quick Focus)按钮在优化菜单(Optimize Tab)的手动调整(Manual Adjustment)目录下。快速聚焦通过调整后焦获得最佳焦面的位置。也可参考快速调整按钮(Quick Adjust)。



设置：

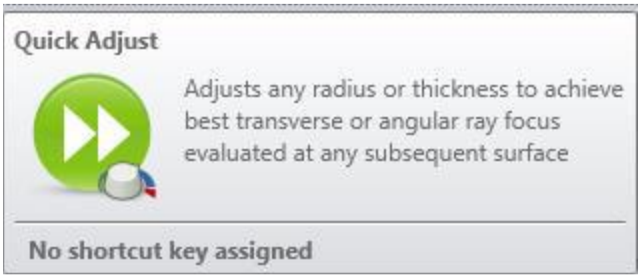
光斑半径(Spot Size Radial)：聚焦到光斑均方根(RMS)半径最佳的像面上；
仅 X 方向光斑(Spot Size X Only)：聚焦到 X 方向光斑 RMS 半径最佳的像面上；
仅 Y 方向光斑(Spot Size Y Only)：聚焦到 Y 方向光斑 RMS 半径最佳的像面上；
波前差(Wavefront Error)：聚焦到波前差 RMS 最佳的像面上；
使用质心(Use Centroid)：所有计算参考图像质心，而不是主光线；这个选项会使计算稍慢一些，但更适合于彗差占主导的系统。

详述

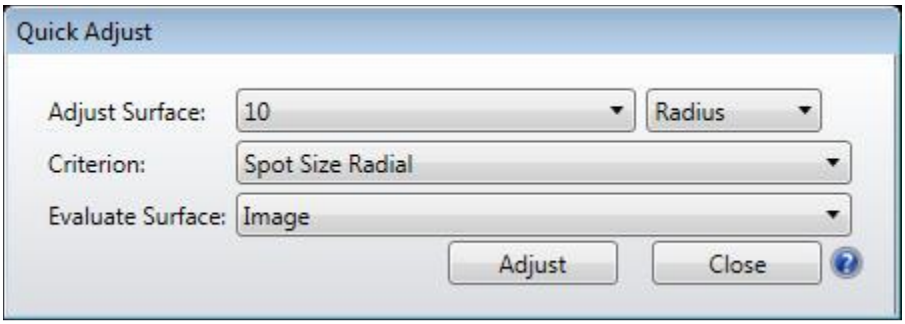
此功能通过调整像面之前最后一个表面的厚度，使得 RMS 像差最小。上面列举了几种不同的 RMS 计算方法。“最佳聚焦”位置取决于选择的哪种计算方法。RMS 一般通过定义视场、波长和权重计算整个视场的多色光的平均值。

快速调整(Quick Adjust)





快速调整(Quick Adjust)按钮在优化菜单(Optimize Tab)的手动调整组(Manual Adjustment)目录下。调整任何一个面的曲率或厚度以达到在后续任意面上最佳的垂轴或角光线聚焦。也可参考快速聚焦(Quick Focus)。



设置：

调整面(Adjust Surface) 选择要调整的表面。

半径/厚度(Radius/Thickness) 选择要调整的半径(Radius)或厚度(Thickness)。

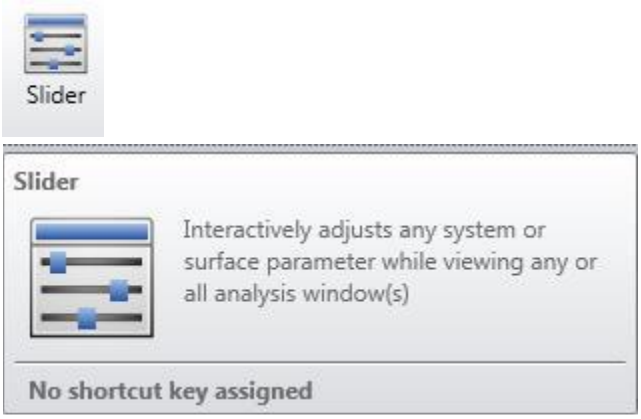
标准(Criterion) 选择最佳聚焦标准。所有的标准都用像面质心做参考。

评价面(Evaluate Surface) 选择在哪个面上计算标准。注意角度标准是在折射进指定面后计算的。

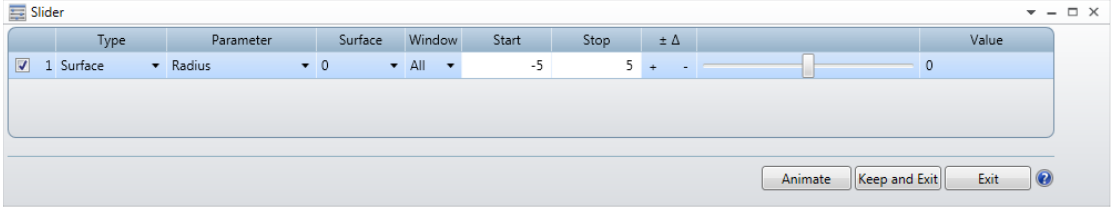
详述：

这个功能可以通过调整任何一个面的半径或厚度，以使在任一后续面上的 RMS 像差最小。RMS 一般通过定义视场，波长和权重计算整个视场的多色光的平均值。注意 RMS 角度数据是在折射进指定面后计算的。当其它编辑或工作进行时，这个工具可以在桌面上保持打开。点击“调整(Adjust)”按钮重新计算最佳聚焦数据。

滑块(Slider)



滑块(The Slider)按钮在优化菜单(Optimize Tab)的手动调整(Manual Adjustment)目录下。当浏览任何一个分析窗口时，滑块控件用于交互式地调节任何系统和表面参数。



设置：

类型(Type) 选择表面、系统和结构(Configuration)或选择 NSC 数据组。

参数(Parameter) 选择要改变的数据。如果选择的是表面数据，那么能选择到的数据包括半径、曲率、厚度、圆锥系数、参数以及附加参数。如果选择的是系统参数，选择包括系统孔径、视场、波长数据、切趾因子、温度以及压力。如果选择的是结构数据，可选择的包括所有多重组态(Multiconfiguration)操作数。如果选择的是 NSC 数据，可选择的包括物体的位置和参数数据。

表面序号(Surface) 如果选择的是表面数据，这里指的就是表面编号数据。如果选择的是结构数据，这里指的就是结构编号。如果选择的是 NSC 数据，这里指的就是物体编号。

窗口(Window) 当调节滑块后，选择“所有(All)”或任何一个指定的分析窗口以将其更新。参见详述。

开始/停止值(Start / Stop Value) 允许滑块调整的数据范围，与数据最大限额一致。

动画/停止(Animate / Stop) 在限定的范围内自动迭代数据，在连续循环更新被选择的窗口。按“停止(Stop)”（当执行自动的时候，驱动按钮会自动变成停止按钮）以结束动画演示。

保存并退出(Keep and Exit) 保存编辑器内的当前数据，然后退出。

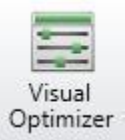
退出(Exit) 退出，并恢复编辑器内初始的参数。

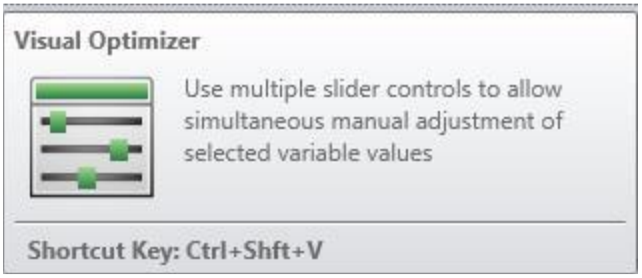
详述:

滑块控件可用于调整任何表面或系统参数，同时监视更改值如何影响在任何打开的分析窗口或所有窗口中显示的数据。当滑块控件被启动后，会对数据进行修改。除非已经按过“保存”键，否则如果选择了一个新的数据类型（例如，改变表面编号或参数或者改变表面、系统设定），那么旧的数据会自动恢复。按下保存键后，系统就会用修改数据代替原来的数据。

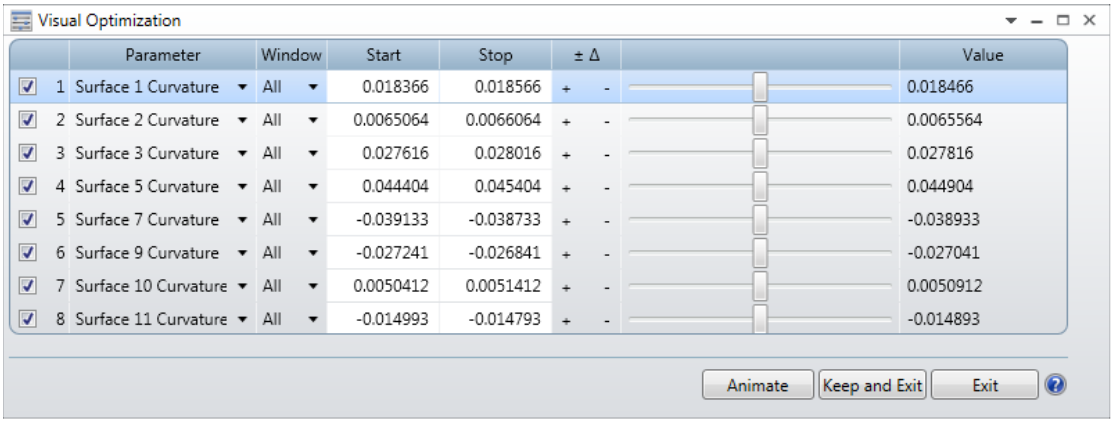
如果一个或所有的分析窗口需要很长的时间去更新，滑块控制就会变得不稳定。这是由于 Windows 操作系统对于滑块控件的处理，需在拖动或滚动滑块控件时非常快速的更新。如果发生这种情况，选择一个窗口更新而不是所有窗口或选择分析选项以减少计算时间。

可视化优化器(Visual Optimizer)





可视化优化器(The Visual Optimizer)按钮在优化菜单(Optimize Tab)的手动调整(Manual Adjustment)目录下。这个功能是多个滑块控件的集合，可以同时调整多个选中的变量。



设置：

参数(Parameter) 选择需要调整的数据。

窗口(Window) 当调节滑块后，选择“All”或任何一个指定的分析窗口在调整滑块将其更新。参见详述。

开始/停止(Start/Stop) 选中的变量的最小和最大值，同时对应滑块控件最左边和最右边的数值。最大值和最小值的差正好是滑块的调整范围。

滑块(Slider) 拖动滑块控件从左至右以调整对应的变量的值。

数值(Value) 滑块当前位置对应的数值。

动画/停止(Animate / Stop) 在限定的范围内自动迭代数据，连续循环更新被选择的窗口。按“停止(Stop)”（当执行自动的时候，驱动按钮会自动变成停止按钮）以结束动画演示。

保存并退出 (Keep and Exit) 保存编辑器内的当前数据，然后退出。

退出(Exit) 退出，并恢复编辑器内初始的参数。

详述

可视化优化编辑器支持同时运行一至八个滑块。 每个滑块均可以交互式地修改对应的变量值。值得注意的是，在执行可视优化之前必须先将对应的参数设置为变量。

在序列模式下，只要变量的值发生变化，则选中窗口或所有窗口也会随着更新。在非序列模式下，光线追迹时可以选择是否更新所有探测器查看器和实体模型(shaded model)。更新花费的时间由系统的复杂程度、打开的分析窗口类型和追迹的光线数量共同决定。可视化优化工具将不允许在

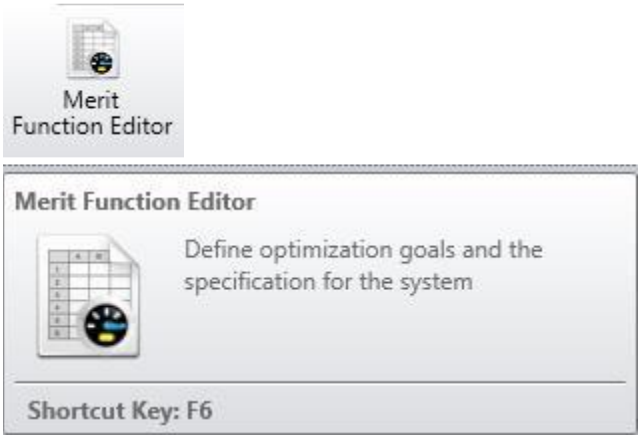
当前更新完成之前执行其他更新。因此需要等到所有更新完成滑块才会被允许再次调整。然而，对于许多照明系统，光线追迹足够快，更新几乎瞬间发生，从而允许实时观察参数变化时对系统性能的影响。
注意，半径变量总是作为曲率而变化，而不是数值稳定性的半径。焦距变量同样适用，用光焦度表示。这是可视化优化器中标签的正确含义。

自动优化组(Automatic Optimization Group)

以下是自动优化工具：

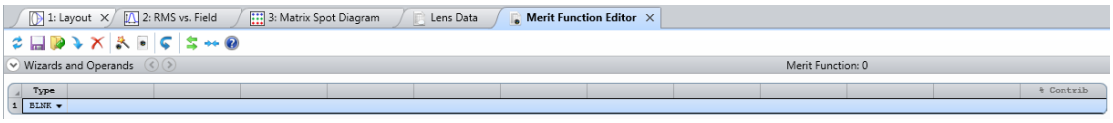


评价函数编辑器（自动优化组）Merit Function Editor (automatic optimization group)



评价函数编辑器(The Merit Function Editor)在优化菜单(Optimize tab)的自动优化(Automatic

Optimization section)目录下。评价函数编辑器可以定义、修改和检查系统的评价函数。评价函数用于系统的优化。可参考优化概述(Optimization Overview)。



设置：

操作数类型(Operand Type) 此选项允许更改操作数类型以及其他数据。下文会对评价函数操作数进行详细的介绍。

详述：

操作数是通过在第一列中键入名称，然后填充其余的数据字段来设置的。定义一个操作数往往需要多个字段，Int1 和 Int2 是两个整数参数，Data1 到 Data6 是 6 个双精度参数。并不是所有的操作数都需要这 8 个的参数共同定义。

优化操作数总结(Optimization Operands Summary)

本节内容是对优化操作数的详细描述。

本节第一部分内容是将所有的优化操作数分类后的一个“快速参照表(quick reference)”。

本节第二部分内容是对每一个操作数，根据第一部分内容，逐类详细描述。并详细介绍了每个操作数需要用哪些字段来定义，用**粗体**显示的名称定义了用于定义操作数的数据值。这些相同的名称将出现在编辑器的列标题中。本节第三部分内容也是对每一个操作数的详细描述，此部分内容是将所有操作数按照字母表顺序而不是与之前一样分类逐一描述。

如果您在HTML对话框查看此节内容，请在“内容(Content)”选项卡中展开标题，以查看以下小节。

优化操作数总结表(Optimization Operands Summary Table)

所有优化操作数的分类方式如下：

类别	相关的操作数
一阶光学性能 (First-order Optical properties)	AMAG, ENPP, EFFL, EFLX, EFLY, EPDI, EXPD, EXPP, ISFN, ISNA, LINV, OBSN, PIMH, PMAG, POWF, POWP, POWR, SFNO, TFNO, WFNO
像差(Aberrations)	ABCD, ANAC, ANAR, ANAX, ANAY, ANCX, ANCY, ASTI, AXCL, BIOC, BIOD, BSER, COMA, DIMX, DISA, DISC, DISG, DIST, FCGS, FCGT, FCUR, LACL, LONA, OPDC, OPDM, OPDX, OSCD, PETC, PETZ, RSCE, RSCH, RSRE, RSRH,

	RWCE, RWCH, RWRE, RWRH, SMIA, SPCH, SPHA, TRAC, TRAD, TRAE, TRAI, TRAR, TRAX, TRAY, TRCX, TRCY, ZERN
MTF数据(MTF data)	GMTA, GMTN, GMTS, GMTT, GMTX, MSWA, MSWN, MSWS, MSWT, MTFA, MSWX, MTFN, MTFS, MTFT, MTFX, MTHA, MTHN, MTHS, MTHT, MTHX, MECA, MECS, MECT
PSF/斯特列尔比值(PSF/Strehl Ratio data)	STRH
圈入能量(Encircled energy)	DENC, DENF, ERFP, GENC, GENF, XENC, XENF
镜头参数约束 (Constraints on lens data)	COGT, COLT, COVA, CTGT, CTLT, CTVA, CVGT, CVLT, CVVA, BLTH, DMGT, DMLT, DMVA, ETGT, ETLT, ETVA, FTGT, FTLT, MNCA, MNCG, MNCT, MNCV, MNEA, MNEG, MNET, MNPD, MXCA, MXCG, MXCT, MXCV, MXEA, MXEG, MXET, MNSD, MXSD, OMMI, OMMX, OMSD, TGTH, TTGT, TTHI, TTLT, TTVA, XNEA, XNET, XNEG, XXEA, XXEG, XXET, ZTHI
镜头属性约束 (Constraints on lens properties)	CVOL, MNDT, MXDT, SAGX, SAGY, SSAG, STHI, TMAS, TOTR, VOLU, NORX, NORY, NORZ, NORD, SCUR, SDRV
参数数据约束 (Constraints on parameter data)	PMGT, PMLT, PMVA.
附加数据约束 (Constraints on extra data)	XDGT, XDLT, XDVA
玻璃数据约束 (Constraints on glass data)	GCOS, GTCE, INDX, MNAB, MNIN, MNPD, MXAB, MXIN, MXPD, RGLA
近轴光线数据约束 (Constraints on paraxial ray data)	PANA, PANB, PANC, PARA, PARB, PARC, PARR, PARX, PARY, PARZ, PATX, PATY, YNIP
实际光线数据约束 (Constraints on real ray data)	CEHX, CEHY, CENX, CENY, CNAX, CNAY, CNPX, CNPY, DXDX, DXDY, DYDX, DYDY, HHCN, IMAE, MNRE, MNRI, MXRE, MXRI, OPTH, PLEN, RAED, RAEN, RAGA, RAGB, RAGC, RAGX, RAGY, RAGZ, RAID, RAIN, RANG, REAA, REAB, REAC, REAR, REAX, REAY, REAZ, RENA, RENB, RENC, RETX, RETY
组件位置约束(Constraints on element positions)	GLCA, GLCB, GLCC, GLCR, GLCX, GLCY, GLCZ
系统数据变化(Changing system data)	CONF, IMSF, PRIM, SVIG, WLEN, CVIG, FDMO, FDRE
常用数学运算 (General math operands)	ABSO, ACOS, ASIN, ATAN, CONS, COSI, DIFF, DIVB, DIVI, EQUA, LOGE, LOGT, MAXX, MINN,

	OPGT, OPLT, OPVA, OSUM, PROB, PROD, QSUM, RECI, SQRT, SUMM, SINE, TANG, ABGT, ABLT
多重结构（变焦）数据 (Multi-configuration (zoom)data)	CONF, MCOL, MCOG, MCOV, ZTHI
高斯光束数据 (Gaussian beam data)	GBPD, GBPP, GBPR, GBPS, GBPW, GBPZ, GBSD, GBSP, GBSR, GBSS, GBSW
梯度折射率控制操作数 (Gradient index control operands)	DLTN, GRMN, GRMX, InGT, InLT, InVA, LPTD
傅科分析(Focualt analysis)	FOUC
鬼像聚焦控制 (Ghost focus control)	GPIM, GPRT, GPRX, GPRY, GPSX, GPSY
光纤耦合操作数(Fiber coupling operands)	FICL, FICP, POPD
相对照度操作数 (Relative illumination operand)	RELI, EFNO
用ZPL宏优化(Optimization with ZPL macros)	ZPLM
用户自定义操作数 (User defined operands)	UDOC, UDOP
控制评价函数的操作数(Merit function control perands)	BLNK, DMFS, ENDX, GOTO, OOFF, SKIN, SKIS, USYM
非序列物体数据约束 (Constraints on non-sequential object data)	FREZ, NPGT, NPLT, NPVA, NPXG, NPXL, NPXV, NPYG, NPYL, NPYV, NPZG, NPZL, NPZV, NSRM, NTXG, NTXL, NTXV, NTYG, NTYL, NTYV, NTZG, NTZL, NTZV
非序列光线追迹和探测器操作数 (Non-sequential ray tracing and detector operands.)	NSDC, NSDD, NSDE, NSDP, NSLT, NSRA, NSRM, NSRW, NSST, NSTR, NSTW, REVR, NSRD
光学制造全息图光学构造约束(Constraints on constrction optics for optically fabricated holgrams)	CMFV
光学膜层和偏振光线追迹数据约束(Constraints on optical coatings,polarization ray trace data)	CMGT, CMLT, CMVA, CODA, CEGT, CELT, CEVA, CIGT, CILT, CIVA
物理光学传播(Physical Optics Propatation (POP)results)	POPD, POPI
最佳拟合球面数据(Best fit sphere data)	BFSD
灵敏度公差数据(Tolerence sensitivity data)	TOLR
热膨胀系数数据(Thermal coefficient	TCGT, TCLT, TCVA

expansion data)	

分类优化操作数(Optimization Operands by Category)

此部分内容对每一个优化操作数按类别逐一进行详细的描述，并介绍定义不同操作数需要的字段。每一类操作数具有各自的小标题，并用表格列出了相应的操作数。以**粗体**显示的名称在评价函数编辑器的列标题栏，也是定义操作数的字段名称。

一阶光学性能(First-Order Optical Properties)

一阶光学性能操作数	
AMAG, ENPP, EFFL, EFLX, EFLY, EPDI, EXPD, EXPP, ISFN, ISNA LINV, OBSN, PIMH, PMAG, POWF, POWP, POWR, SFNO, TFNO, WFNO	
名称	**描述**
AMAG	角放大率。它是在**Wave**定义的波长下，像空间近轴主光线角与物空间近轴主光线角之比。对非近轴系统无效。
ENPP	入瞳位置。以镜头单位为单位，相对第一面的位置。它是近轴光瞳位置，对共轴系统有效。
EFFL	有效焦距。用镜头单位为单位。所用的波长由**Wave**定义。该值是针对近轴系统的，对非近轴系统可能并不精确。
EFLX	在主波长范围内，由Surf1 和Surf2定义的局部x平面上的有效焦距。
EFLY	在主波长范围内，由Surf1 和Surf2定义的局部y平面上的有效焦距。
EPDI	入瞳直径。单位是镜头单位。
EXPD	出瞳直径。 单位是镜头单位。这是近轴光瞳直径，对共轴系统有效。
EXPP	出瞳位置。以像面为参考，单位是镜头的单位。它是近轴光瞳位置，只对有共轴系统有效。
ISFN	像面F数。该操作数是轴向无限共轭F数。见WFNO。
ISNA	像方数值孔径。该操作数是定义的共轭近轴像空间NA。见ISFN。
LINV	拉格朗日不变量。**Wave**定义的波长下，以镜头

	单位为单位。使用近轴边缘光线和近轴主光线的数据来计算该值。
OBSN	物方数值孔径。 它只针对有限共轭系统，使用主波长在轴上情况下计算。
PIMH	近轴像高。在**Wave**定义的波长下，近轴像平面上近轴像高。对非近轴系统无效。
PMAG	近轴放大率。它是**Wave**定义的波长下，近轴像平面上的近轴主光线高度与物高的比值，只对有限共轭系统有效。注意，如果系统不是聚焦在近轴焦点也按照近轴像平面来计算。
POWF	视场点处光焦度。 计算**Wave**定义的波长下，光线经过**Surf**定义的面折射后任意视场点的光焦度或有效焦距。对于**Data**参数，用0表示球，1表示圆柱，2表示最大值，3表示最小值，4表示子午，5表示弧矢，6表示y向光焦度，7表示x向光焦度，8表示像散光焦度，光焦度的单位为屈光度。要获得EFL值，在这些代码上加9。例如，子午EFL值，用Data=13表示。对于圆柱，EFL的值为最大和最小焦距的差。对于像散，EFL的值为x方向和y方向焦距的差。 对于这种类型的分析的完整描述，参考“光焦度视场图(Power Field Map)”。参考“Hx,Hy,Px和Py”。
POWP	光瞳处一点的光焦度。计算**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后在光瞳中任意一点的光焦度或有效焦距。对于Data参数，用0表示球，1表示圆柱，2表示最大值，3表示最小值，4表示子午，5表示弧矢，6表示y方向光焦度，7表示x方向光焦度，8表示像散光焦度，光焦度单位是屈光度。要获得EFL值，在这些代码上加9。例如，子午EFL值，用Data=13表示。对于圆柱，EFL的值为最大和最小焦距的差。对于像散，EFL值为X方向和Y方向焦距的差。 对于这种类型的分析的完整描述，参考“光焦度光瞳图(Power Pupil Map)”和“Hx,Hy,Px和Py"。
POWR	某一面的光焦度（镜头单位的倒数）。**Wave**定义的波长下，**Surf**定义的面的光焦度。该操作数只对标准面有效。
SFNO	弧矢工作F数，在**Field**定义的视场上，**Wave**定义

	的波长下计算。参见TFNO。
TFNO	子午工作F数，在**Wave**定义的波长下，**Field**定义的视场上计算。参见SFNO
WFNO	工作F数。参见"工作F数(Working F/#)"和ISFN, SFNO, and TFNO。

[像差](Aberrations)

像差操作数	
ABCD, ANAC, ANAR, ANAX, ANAY, ANCX, ANCY, ASTI, AXCL, BIOC, BIOD, BSER, COMA, DIMX, DISA, DISC, DISG, DIST, FCGS, FCGT, FCUR, LACL, LONA, OPDC, OPDM, OPDX, OSCD, PETC, PETZ, RSCE, RSCH, RSRE, RSRH, RWCE, RWCH, RWRE, RWRH, SMIA, SPCH, SPHA, TRAC, TRAD, TRAE, TRAI, TRAR, TRAX, TRAY, TRCX, TRCY, ZERN	
名称	**描述**
ABCD	ABCD值，是网格畸变功能中用来计算广义畸变的。参见"网格畸变(Grid Distortion)"。参考的视场序号由**Ref Fld**定义。波长序号由**Wave**定义。**Data**为0时代表A，1时代表B，2时代表C，3时代表D。也可参见"DISA"。
ANAC	质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的径向角像差，参考为质心。该量定义如下： $$\varepsilon = \sqrt{(l - l_c)^2 + (m - m_c)^2}$$ 其中 l 和 m 是光线的 x 和 y 方向余弦，下标 c 表示质心。参见"Hx，Hy，Px和Py"。
ANAR	主光线角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测量的径向角像差，参考主波长主光线。该数定义如下： $$\varepsilon = \sqrt{(l - l_c)^2 + (m - m_c)^2}$$ 其中 1 和 m 是光线的 x 和 y 方向余弦，下标 c 表示主光线。参见 "Hx，Hy，Px和Py"。
ANAX	x方向主光线角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的 x 方向的角像差，与主波长主光线相关。该数定义如下： $$\varepsilon = l - l_c$$ 其中 1 是光线的 x 方向余弦，下标 c 表示主光线。参见 "Hx，Hy，Px和Py"。
ANAY	y方向主光线角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的 y 方向的角像差，与主波长主光线相关。该数定义如下： $$\varepsilon = m - m_c$$

	其中 m 是光线的 y 方向余弦，下标 c 表示主光线。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
ANCX	x方向质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测量的 x 方向角像差，参考质心。该数定义如下： $$\varepsilon = l - l_c$$ 其中 1 是光线的 x 方向余弦，下标 c 表示质心。ANCX与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
ANCY	y方向质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测量的y方向角像差，参考质心。该数定义如下： $$\varepsilon = m - m_c$$ 其中 m 是光线的 y 方向余弦，下标 c 表示质心。ANCX与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
ASTI	像散。在**Wave**定义的波长下，**Surf**定义的面所产生的像散，用单位波长表示。如果**Surf**为0，则计算系统各个表面的像散和。它是用赛德尔系数计算的三阶像散，不适用于非近轴系统。
AXCL	轴向色差。对有焦系统按镜头单位量度，对无焦系统按屈光度量度。它是由**Wave1**和**Wave2**定义的两个波长对应的像的间距。如果**Zone**是0，近轴光线用于确定近轴像位置。如果**Zone**大于0并且小于或等于1，就用真实边缘光线确定像的位置。在这种情况下，**Zone**对应真实边缘光线的Py坐标。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
BIOC	双目会聚(Biocular convergence)。以毫弧度为单位的双眼结构汇聚，左右眼的结构用**Left**和**Right**的值来表示。其它的参数如下： **Wave**：使用的波长的编号。 **UseCos**：如果为0则表示视场单位是角度，否则视场单位为方向余弦。 **Xang/Yang**：用于计算 X 向和 Y 向的收敛角或角的余弦值。 如果来自两个结构成指定角的主光线在没有渐晕的情况下没有通过系统成像，会出现错误提示，详细的信息参见“发散/会聚(Divergence/Convergence)”。
BIOD	双目垂直角差(Biocular Dipvergence)。以毫弧度为单位的双眼垂直角差。详见上面的BIOC。
BSER	瞄准误差(Boresight error)。瞄准误差定义为轴上视场主光线的径向坐标与**Wave**定义的波长除以有效焦距。这个定义衍生出一种测量像的角误差的

	方法。
COMA	彗差。在**Wave**定义的波长下，由**Surf**定义的面引起的以波长表示的彗差。如果**Surf**是0，计算整个系统所有表面的彗差和。它是由德尔系数计算的三阶彗差，对非近轴系统无效。
DIMX	最大畸变。这是畸变绝对值的上限。它的计算方法类似于DISG，但与基于塞得尔系数计算的DIST不同。**Field**可以是0，它指定使用的最大视场的坐标，或任何有效的视场数。注意：最大畸变并不总是发生最大的视场坐标处。DIMX这个操作数只追迹主光线(Px=Py=0)，因此Px和Py不需要用户定义。参考视场是轴上视场点(Hx=Hy=0)，即使光学系统没有定义视场点。更多信息参见"DISG"。 畸变在由**Wave**定义的波长上计算可得。 如果**Absolute**是0，返回值的单位是百分比。如果**Absolute**为1，畸变作为一个绝对长度给出而不是百分比。 对于非旋转对称系统，该操作数可能不是有效的
DISA	ABCD畸变。这个操作数计算由**Wave**定义的波长上的主光线，相对于参考视场在径向、X或Y方向的畸变。**Data**是0代表径向畸变，1代表X方向畸变，2代表Y方向畸变。这个畸变是通过**Field**定义的视场点处的主光线计算得到的。**A，B，C，D**的值由用户来定义。这个畸变的计算方式类似于网格畸变功能的算法（参见 "网格畸变(Grid Distortion)"）。这个操作数和DISG的关键区别在于ABCD的值是由用户自己定义的。参见 "ABCD"值和 "DISG"。
DISC	校准畸变。该操作数计算由**Wave**定义的波长的y视场的校准f-theta畸变，并返回根据f-theta线性条件计算得到的最大畸变的绝对值。 如果**Absolute**是0，返回值的单位为百分比；如果**Absolute**为1，畸变作为一个绝对长度给出而不是百分比。这个操作数对设计f-theta镜头很有帮助。
DISG	广义畸变。以百分数或绝对距离为单位。该操作数计算在**Wave**定义的波长上任意视场，任意光瞳处的任意光线的畸变，使用由**Field**定义的视场点作为参考。所用的方法和假设与网格畸变图相同，见 "网格畸变(Grid Distortion)"。如果视场的单位是角度而且最大角等于或大于90度，不能计算DISG。DISG假定预定的放大率不是对称的。 如果视场是以角度定义，则归一化视场坐标 Hx 和 Hy 与其它OpticStudio的功能会有不同的定义。但

	只在此处的例子中，Hx 和 Hy 代表以参考视场为中心的物空间均匀划分的投影栅格。这些归一化的视场坐标被定义为： $$\mathrm{H} = \frac{\tan(\theta)}{\theta_M}$$ θ是相对于参考视场主光线的角度，而θ_M则是最大的视场角（参见 “最大视场(Maximum field)”）。如果**Wave**是一个正数，DISG以百分数返回畸变。如果**Wave**为负数，**Wave**的绝对值用于定义波长且返回畸变的绝对长度而不是百分数。 对于所有的畸变概念，避免混淆以及误导的最好方法是使用有限远的物体和有限的物高，而不是用视场角来定义视场。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
DIST	三阶畸变。在由**Wave**定义的波长上，由**Surf**定义的面引起的用单位波长表示的畸变量，由赛德尔系数计算出来（见赛德尔系数(Seidel Coefficients)”，且对非近轴系统无效。 如果**Surf**是0，畸变就以百分数给出（详细定义参见 “场曲/畸变(Field Curvature/Distortion)”）。 如果**Absolute**被设为1，并且面序号为零，畸变以绝对长度给出而不是百分数。参见DISG。
FCGS	广义弧矢场曲。**Wave**定义的波长上计算任何视场点的场曲值。即使是非旋转对称系统，也能得到合理的数值。参见 “场曲/畸变(Field Curvature/Distortion)”和参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
FCGT	广义子午场曲。参见FCGS。
FCUR	场曲。在**Wave**定义的波长，由**Surf**定义的面所产生的场曲，用单位波长表示。如果**Surf**是0，则表示整个系统所有表面的场曲和。这是由赛德尔系数计算的三阶场曲，对非近轴系统无效。
LACL	垂轴色差。对有焦系统，这是**Minw**和**Maxw**定义的两个极限波长下主光线交点之间y方向距离，按镜头单位测量。对于无焦系统，以无焦模式单位表示的是**Minw**和**Maxw**定义的两个极限波长下主光线之间的夹角。
LONA	轴向像差。对有焦系统按镜头单位测量，对无焦系统按屈光度测量。这是从当前**Wave**定义波长下的像到光瞳**Zone**定义的像面的离焦量。如果**Zone**为零，使用近轴光线确定近轴像面的位置。如果**Zone**大于0.0且小于或等于1.0，实际的边缘光线用于确定像面的位置。在这种情况下，**Zone**对应着真实边缘光线的 Py 坐标。参见AXCL。

OPDC	相对主光线光程差。**Wave**定义的波长下，光线相对主光线的光程差，用单位波长表示。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
OPDM	光程差。**Wave**定义的波长下，相对于整个光瞳上光程差平均值的光程差。OPDM和TRAC有相同的限制条件，详细的讨论见TRAC。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
OPDX	光程差。**Wave**定义的波长下，相对于整个去除倾斜的光瞳上光程差平均值的光程差。OPDX和TRAC有相同的限制条件，详见TRAC。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
OSCD	违正弦条件。在**Wave**定义的波长下，违正弦条件(OSC)有两种定义。第一种定义如Welford在Aberrations of optical Systems书中所描述（在OpticStudio入门>教程>下一步是什么？的 “镜头设计参考(References on Lens Design)”中）。该定义用于**Zone**为0时。另一定义则是Rolannd Shack教授提出的， 支持OSC作为光瞳函数的计算，并只使用真实光线。如果**Zone**不为零，就使用这个定义。在这种情况下，**Zone**对应实际边缘光线的Py 坐标。当**Zone**对应这两种定义都是1.0时，两种定义方法对带有适当F/#和像差的系统会给出相似的结果。这个操作符对非轴对称系统没有意义。
PETC	佩兹伐(Petzval)曲率。在**Wave**定义的波长下Petzval曲率，用镜头单位倒数作单位。对非近轴系统无效。
PETZ	佩兹伐(Petzval)半径。在**Wave**定义的波长下Petzval曲率，用镜头单位倒数作单位。对非近轴系统无效。
RSCE	参考几何像质心的RMS光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯积分的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。**Ring**用于指定追迹光线环的数目。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长计算。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RSCH	参考主光线的RMS点光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯积分的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。**Ring**用于指定的追迹光线环的数目上。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长计算 。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。

RSRE	参考几何像面质心的RMS点列图半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。**Samp**为 n 将在每个光瞳区上追迹 n × n 个栅格。Hx和Hy用于定义视场点。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RSRH	参考主光线的RMS点列图半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。**Samp**为 n 将在每个光瞳区上追迹 n × n 个栅格。Hx和Hy用于定义视场点。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RWCE	RMS波前差，参考质心，以镜头单位为单位。该操作数使用高斯积分法，它对计算非渐晕的圆形光瞳系统比较精确。**Ring**用来指定被追迹光线的圆环数。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”，以及“优化参考点”(OPTIMIZATION REFERENCE POINTS)。
RWCH	RMS波前差，参考主光线，以波长为单位。该操作数使用高斯积分法，它对计算非渐晕的圆形光瞳系统比较精确。**Ring**用来指定被追迹光线的圆环数。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。参见 “Hx，Hy，Px和Py”，以及“优化参考点”(OPTIMIZATION REFERENCE POINTS)。
RWRE	RMS波前差，参考质心，以波长为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。**Samp**为 n 将在每个光瞳区上追迹 n × n 个栅格。Hx和Hy用于定义视场点。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。参见 “Hx，Hy，Px和Py”，以及“优化参考点”(OPTIMIZATION REFERENCE POINTS)。
RWRH	RMS波前差，参考主光线，以波长为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。**Samp**为 n 将在每个光瞳区上追迹 n × n 个栅格。Hx和Hy用于定义视场点。如果**Wave**值为零，就会就会进行多波长加权计算。否则，就

	用指定的波长计算。参见 “Hx，Hy，Px和Py”，以及“优化参考点”(OPTIMIZATION REFERENCE POINTS)。
SMIA	SMIA-TV畸变。**Field**定义的视场是畸变为零时的参考视场，其值为0时表示参考视场点为(0，0)。**Wave**用来定义参考波长，其值为0时则参考主波长。**X-Width**和**Y-Width**是视场定义的全视场。详见“SMIA-TV畸变(SMIA-TV Distortion)”
SPCH	色球差。单位为镜头单位，这是**Minw**和**Maxw**定义的两个极值波长的实际边缘轴向色差与近轴光线的轴向色差的差值，沿Z轴测量。**Zone**定义了计算实际边缘轴向色差所处的光瞳带。**Zone**实际边缘光线坐标的Py值有关。 此操作数不适用于非近轴系统。
SPHA	球差。在**Wave**定义的波长下由**Surf**定义的面引起的球差，用单位波长表示。如果**Surf**是0，用整个系统所有表面的球差系数和。
TRAC	**Wave**定义的波长下，在像平面上测量的径向垂轴像差，参考质心。与其它大多数操作数不同的是，TRAC在优化编辑器内的正确工作方式严格取决于其它TRAC操作数在评价函数编辑器中的位置。TRAC操作数必须将视场和波长组合在一起。OpticStudio一起追迹具有共同视场的所有光线，然后使用这些数据计算所有光线的质心。然后以计算得到的质心为参考点，独立计算每条光线的垂轴像差。该操作数只能通过序列评价函数工具(Sequential Merit Function tool)输入到评价函数编辑器，并且不推荐用户直接使用这一操作数。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
TRAD	X方向主光线垂轴像差。TRAR的X分量。TRAD与TRAC有同样的约束条件，详细的讨论参见TRAC。
TRAE	Y方向主光线垂轴像差。TRAR的Y分量。TRAD与TRAC有同样的约束条件，详细的讨论参见TRAC。
TRAI	径向主光线垂轴像差。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上测量的横向像差，参考主光线。与TRAR相似，但是它可以指定一个面而不是仅针对像面。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
TRAR	像空间测得的径向垂轴像差，参考主光线。参见

	ANAR和 “Hx，Hy，Px和Py”。
TRAX	像空间测得的X方向垂轴像差，参考主光线。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
TRAY	像空间测得的Y方向垂轴像差，参考主光线。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
TRCX	像空间测得的X方向垂轴像差，参考质心。TRCX与TRAC有同样的约束条件，详细的讨论参见TRAC。
TRCY	像空间测得的Y方向垂轴像差，参考质心。TRCY与TRAC有同样的约束条件，详细的讨论参见TRAC。

ZERN	Zernike条纹系数(Zernike Fringe coefficient)。参数为： **项(Term)**：Zernike项序号（fringe项序号为1-37，standard or annular项系数序号为1-231）； **Term**值，如果为负或零，也可以用来返回其它Zernike拟合数据，如下所示： -8：光程差峰值到谷值（参考质心） -7：光程差峰值到谷值（参考主光线） -6：RMS参考零参考值（ZEMAX不使用） -5：RMS参考主光线 -4：RMS参考质心 -3：方差 -2：斯特列尔比 -1：RMS拟合误差 0：最大单点拟合误差 **波长(Wave)**：波长序号； **采样(Samp)**：光瞳采样，其中1生成32×32，2生成64×64等。 **视场(Field)**：视场序号。 **类型(Type)**：Zernike类型（0表示fringe，1表示standard，2表示annular）。 **Epsilon**：遮阑比率（只用于annular系数）。 **顶点(Vertex?)**: 如果为1，光程差就是以面顶点为参考点。如果为0，光程差就是以主光线为参考。 注意：如果使用多个只是**Term**值不同的ZERN操作数，它们应该放置在编辑器的相邻行中，以便OpticStudio只做一个拟合，否则，计算速度会减慢。即使只求一个系数，在拟合过程中始终使用多个Zernike项。计算中使用的最大terms值取决于“**Type**”和“**Term**”设置。所有类型使用的最小Term值为11。这意味着仅当Terms值设置为大于或等于11时有效。如果**Type**是standard或annular时，则计算的最大Term值是被设置的等于任何相邻ZERN操作数中的**Term**值。

[MTF 数据](MTF Data)

MTF操作数

GMTA, GMTS, GMTT, MECA, MECS, MECT, MSWA, MSWS, MSWT, MTFA, MTFS, MTFT, MTHA, MTHS, MTHT	
名称	**描述**
GMTA	几何MTF值，为弧矢和子午的几何MTF的平均值。参数为： **采样(Samp)**：使用高的采样，计算结果更精确，但计算时间却越长。为了保证计算结果有适当的精度，从1开始，增加采样，直至结果变化小于所要求的精度。注意到，良好的优化结果不需要极高的精度，三位有效数字通常就足够了。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**：视场编号。 **频率(Freq)**：在MTF单元中的空间频率。（参见“MTF单元”） **!Scl**：如果是零，那么衍射极限将按比例缩放结果（推荐），否则不缩放。 **网格(Grid)**：如果Grid为0，一个快速，稀疏的采样方法将用来计算MTF。快速几何MTF算法只能精确计算有适当切趾或没有切趾的圆形或椭圆形光瞳的光学系统。对不是这种情况的系统，将**Grid**设为1。GMTA，GMTS和GMTT采用的是快速采样方法，与几何MTF分析功能没有直接的关系。因为只要求一个单一的空间频率，MTF操作数采用的计算方法与分析功能采用的算法是不同的，前者要快得多。为了选择用于几何MTF分析功能的网格算法，将Grid设为1。如果MTF合理（大于5%），以网格为基础的算法通常比默认的算法要慢。但是如果像差很大，网格算法会变快很多，MTF的结果会很低。 如果子午和弧矢方向的MTF都需要计算时，将操作数GMTT和GMTS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。几何MTF尽管是近似的，但通常计算要比衍射MTF快很多，因此多用于优化。参见 “执行优化(Performing an optimization)”。
GMTS	弧矢方向的几何MTF值。参见GMTA。
GMTT	子午方向的几何MTF值。参见GMTA。
MECA	Moore-Elliot 对比度(Moore-Elliot Contrast)，为弧矢和子午的平均值。这个操作数用Moore-Elliot Contrast方法计算某一特定频率的MTF值

	，参见“Moore-Elliot Contrast优化方法”。参数为： **波长(Wave)**：波长编号。 **视场(Field)**：视场编号。 **频率(Freq)**：在MTF单元中的空间频率，对于有焦系统它的单位为循环/毫米，对于无焦系统其单位为循环/无焦系统单位。（参见 “无焦模式单元(Afocal Mode Units)”）。参见” Hx, Hy, Px, and Py”。
MECS	弧矢方向Moore-Elliot Contrast，详见MECA。
MECT	子午方向Moore-Elliot Contrast，详见MECA。
MSWA	调制方波传递函数，弧矢和子午的平均值。详见MTFA。
MSWS	弧矢调制方波传递函数，详见MTFA。
MSWT	子午调制方波传递函数，详见MTFA。
MTFA	衍射调制传递函数，弧矢和子午的平均值。参数如下： **采样(Samp)**：使用高的采样，计算结果更精确，但计算时间却越长。为了保证计算结果有适当的精度，从1开始，增加采样，直至结果变化小于所要求的精度。注意，好的优化结果不需要极高的精度，三位有效数字一般就可以了。共有两种算法可以用来计算MTF。如果**Grid**为0（推荐），一个快速，稀疏采样积分法将用来计算MTF。GMTA，GMTS和GMTT采用的是快速采样方法，与几何MTF分析功能没有直接的关系。因为只要求一个单一的空间频率，MTF操作数采用的计算方法与分析功能采用的算法是不同的，前者要快得多。 为了选择用于几何MTF分析功能的网格算法， **网格(Grid)**：将Grid设为1。如果MTF合理（大于5%），以网格为基础的算法通常比默认的算法要慢。但是如果像差很大，网格算法会变快很多，MTF的结果会很低。 **波长(Wave)**：使用的波长序号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**： 视场编号。 **频率(Freq)**：MTF单元中的空间频率（参见“MTF单元”）。如果精确计算MTF时，采样设置过低，MTF操作数将返回0。 如果弧矢和子午方向的MTF都需要计算时，将操作数MTFT和MTFS放在邻近的行中，这样就

	能同时计算这两个操作数。参见第498页的"执行优化(Performing an optimization)"。 **数据类型(Data Type)**：指定要返回的数据，如下所示： 0：调幅； 1：实部； 2：虚部； 3：相位； 此参数仅适用于MTFA，MTFT,MTFS操作数（不能等效用于方波操作数）。
MTFS	弧矢衍射调制传递函数，详见MTFA。
MTFT	子午衍射调制传递函数。详见MTFA。
MTHA	惠更斯调制传递函数。弧矢和子午的平均值。这个操作数使用惠更斯方法来计算衍射MTF（参见 "惠更斯MTF(Huygens MTF")。参数如下： **采样(Samp)**： 光瞳采样，其中1生成32 x 32，2 生成64 x 64 等。假设光瞳和像面的采样是相同的。 **波长(Wave)**：使用的波长序号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**：视场编号。 **频率(Freq)**：MTF单元中的空间频率（参见 "MTF单元"）。如果精确计算MTF时，采样设置过低，操作数MTF将返回0。 **偏振(Pol?):** 设为0时，忽略偏振；设为1时，考虑偏振。 **是否所有结构(All Conf?)**：设为0时，使用当前结构（由这个操作数之前的的最后一个CONF操作数定义）；设为1时，为所有结构和。有关这个选项的详细讨论参见 "惠更斯MTF(Huygens MTF)" **像面采样间距(Ima Delta)**：用于计算的以微米为单位的图像增量。如果为0，采用默认的像增量 。 如果弧矢和子午的MTF都需要计算时，将操作数MTFT和MTFS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。参见第 "执行优化(Performing an optimization)"。
MTHS	弧矢惠更斯调制传递函数，详见MTHA。
MTHT	子午惠更斯调制传递函数，详见MTHA。

[点扩散函数/斯特列尔比数据](PSF/Strehl Ratio Data)

点扩散函数/斯特列尔比操作数	
STRH	
名称	**描述**
STRH	斯特利尔比。这个操作数运用惠更斯点扩散函数(PSF)来计算（参见“惠更斯PSF”）斯特利尔比。参数如下： **采样(Samp)**：光瞳采样，其中1生成32 x 32, 2生成64 x 64 等。对光瞳和像面来说，采样是相同的。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**：视场编号。 **偏振(Pol?)**： 设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。 **是否所有结构(All Conf?)**：设为0表示使用当前结构（由此操作数前面的最后一个CONF操作数定义的），设为1表示所有结构的和。有关这个选项的详细讨论参见“惠更斯PSF(Huygens PSF)”。默认情况下，用于计算这个操作数的惠更斯点扩散函数(PSF)计算中使用的图像增量比名义默认图像增量要小2倍。参见“惠更斯点扩散函数(Huygens PSF)”中计算默认图像增量的公式。这样做是为了放大的点扩散函数的峰值，可以更准确地计算斯特列尔比(Strehl ratio)。结果是，计算得到的值一般与惠更斯点扩散函数(PSF)分析中使用名义默认图像增量的值不同。

[圈入能量](Encircled Energy)

圈入能量操作数	
DENC, DENF, ERFP, GENC, GENF, XENC, XENF	
名称	**描述**
DENC	衍射圈入能量（距离）。该操作数计算到由**百分比(Frac.)**定义的圈入，方形圈入，仅x方向，或仅y方向的狭缝的衍射能量分数的距离。对于有焦系统，以微米为单位。对无焦系统，单位是无焦模式的单位。其它的参数是： **采样(Samp)**：定义光瞳采样，1生成32×32，2生成64×64等。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。

	视场(Field)：视场编号。 **类型(Type)**：1代表圈入，2代表仅x方向，3代表仅y方向，4代表方形圈入。 **参考(Refp)**：使用的参考点/算法。对于FFT圈入能量，用Refp=0表示主光线，1表示质心，2表示顶点。对于惠更斯圈入能量，用Refp=3表示主光线，4表示质心，5表示顶点。 **像采样(I Samp)**：像采样(当使用惠更斯方法时，I Samp代表惠更斯1代表32×32，2代表64×64等等），而**像间距(I Delta)**代表惠更斯像间距。有关惠更斯像采样和像间距的详细描述，参见 “圈入能量(Encircled Energy)” 如果采样太低，半径的返回值是1e+10。也可参见DENF，GENC和XENC。
DENF	衍射圈入能量（分数）。该操作数计算**距离(Dist.)**定义参考点的距离处圈入，方形圈入，仅x方向，或y方向的狭缝的衍射能量分数。对于有焦模式，距离单位是微米。对于无焦模式，距离单位是无焦单位。 除了**Dist**，选项和设置与DENC一样，在这里它用于距离，在该距离处达到期望能量的分数。也可参考DENC，GENC和XENC。 如果**Dist**定义的点的圈入能量非常接近100%，返回分数为1e+10；这样做是为了提高效率。
ERFP	边缘响应函数的位置。这个操作数计算的是一个点的边缘响应函数达到一个确定的相对值时，此点的x或y的位置。有关边缘响应函数计算的细节，参见 “几何线性/边缘扩散(Geometric Line/Edge Spread)”。**采样(Sampling)**的值为1代表32×32，2代表64×64等等。**波长(Wave)**是波长编号，0代表多色光。**视场(Field)**是视场序号。**类型(Type)**决定了要返回的数据。如果**Type**是0或1，表示返回的是相对于主光线的x位置（即边缘平行于局部y轴）或y位置（即边缘平行于局部x轴），它们使用镜头单位。如果**Wave**为0，以主波长的主光线作为参考点。如果**Type**是2或3，返回相对于表面顶点的x或y的位置，也使用镜头单位。**百分比(Fraction)**是边缘响应曲率的相对值，而且必须在0.01和0.99之间。**最大半径(Max Radius)**是积分窗口径向的最大值，它以微米为单位。如果**Max Radius**为0即为默

	认值。在大多数情况下建议设定为默认值。 注意，边缘响应函数一般情况下将边缘的"亮"面定义在整合坐标系的+方向。这意味着当坐标变为正的时，边缘响应变为1。为了计算反方向边缘响应的结果，即"亮"面在坐标系的负方向，使用值(1-fraction)代替(fraction)。例如，为了得到一个反方向的80%的边缘响应，使用**Fraction**=0.20。如果使用的是无焦系统，所有的返回值都采用无焦系统的单位。
GENC	几何圈入能量（距离）。该操作数计算到指定圆形圈入，方形圈入，仅x方向，或仅y方向（狭缝）的由**百分比(Frac.)**定义的能量分数的距离。对于有焦模式，单位是微米。对无焦模式，单位是无焦模式的单位。其它参数是： **采样(Samp)**：光瞳采样，其中1生成32×32，2生成64×64。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**：视场编号。 **类型(Type)**：1表示圆圈入，2表示只有x方向，3表示只有y方向，4表示方形圈入。 **参考点(Refp)**：使用的参考点。用0表示主光线，1表示质心，2表示顶点，3表示点列中心。 **无衍射极限(No Diff Lim)**：如果是0，结果被衍射极限所限定，否则计算的时候不考需要考虑衍射。 也可参见GENF，DENC，DENF和XENC。
GENF	几何圈入能量（分数）。这个操作数计算在给定的从参考点到**距离(Dist)**定义的距离处的几何圈入，方形圈入，仅x方向，或仅y方向能量分数。 选项和设置与GENC一样，除了**Dist**，它只用作求距离，在该距离处有所要的能量分数。也可参见GENC，DENC，DENF和XENC。
XENC	扩展光源圈入能量（距离）。此操作数使用给定的默认设置，计算到扩展光源几何包围能量的指定比例距离，单位为微米。若要使用此操作数，请先根据需要定义扩展源环绕能量特性的设置，然后按**设置(setting)**框中的**保存(save)**命令。唯一需要设置的是**类型(Type)**和**波长(Wave)**。参数如下： **类型(Type)**：1表示圈入，2表示只有x方向，3表示只有y方向，4表示方形圈入，5表示x分

	布，6表示y分布。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 **百分比(Frac)**：是所需的能量分数，而且必须是0和1之间，此外，类型(Type)为5和6时忽略此项，这些类型的返回值是所需能量分数的最大半宽值，与**Frac**无关。 **最大半径(Max Radius)**：是径向距离的最大距离，用微米表示。如果此值为零，则使用默认设置。 也可参见XENF, DENC, DENF, GENC, 和GENF。
XENF	扩展光源圈入能量（分数）。这个操作数计算从参考点到一定距离处的几何圈入，方形圈入，仅x方向，仅y方向（狭缝）能量分数。 **类型(Type)**：1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形圈入。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 除了**距离(Dist)**，此操作数选项和设置与XENC操作数一样，在这里它用于距离，并在该距离处达到期望能量的分数。 也可参见XENC, GENC, GENF, DENC, and DENF。

镜头参数约束(Constraints on Lens Data)

镜头参数约束操作数(Operands for constraints on lens data)

COGT, COLT, COVA, CTGT, CTLT, CTVA, CVGT, CVLT, CVVA, BLTH, DMGT, DMLT, DMVA, ETGT, ETLT, ETVA, FTGT, FTLT, MNCA, MNCG, MNCT, MNCV, MNEA, MNEG, MNET, MNPD, MXCA, MXCG, MXCT,MXCV, MXEA, MXEG, MXET, MNSD, MXSD, TGTH, TTGT, TTHI, TTLT, TTVA, XNEA, XNET, XNEG, XXEA, XXEG, XXET, ZTHI

名称	描述
COGT	二次项系数大于。该操作数用来约束由**表面(surf)**定义的面的二次项系数大于指定的目标值。

COLT	二次项系数小于。该操作数用来约束由**表面(surf)**定义的面的二次项系数小于指定的目标值。
COVA	二次项系数值。该操作数可返回由**表面(surf)**定义的面的二次项系数。
CTGT	中心厚度大于。该操作数用来约束由**表面(surf)**定义的面的中心厚度大于指定的目标值。另请参阅MNCT。
CTLT	中心厚度小于。该操作数用来约束由**表面(surf)**定义的面的中心厚度小于指定的目标值。另请参阅MXCT。
CTVA	中心厚度。该操作数可返回由**表面(surf)**定义的面的中心厚度。
CVGT	曲率值大于。该操作数用于约束由**表面(surf)**定义的面的曲率大于指定的目标值。
CVLT	曲率值小于。该操作数用于约束由**表面(surf)**定义的面的曲率小于指定的目标值。
CVVA	曲率值。该操作数可返回由**表面(surf)**定义的面的曲率。
BLTH	毛坯厚度。计算由**表面(surf)**定义的面的透镜需要材料毛坯的最小厚度。沿着由**代码(code)**定义的径向方向计算该表面以及下一表面上200个点的矢高。代码为0表示+Y方向，代码为1表示+X方向，代码为2表示-Y方向，代码为1表示-X方向，代码为4表示所有方向。这个操作数有**模式(mode)**标志，模式=1(默认)则利用透镜的机械口径计算，模式=1则利用透镜的有效通光口径计算。
DMGT	直径大于。该边界操作数约束由**Surf**定义的面的直径大于指定的目标值。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。
DMLT	直径小于。该边界操作数约束由**Surf**定义的面的直径小于指定的目标值。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。

DMVA	镜片直径。该边界操作数返回值是由**Surf**定义的面的直径。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。
ETGT	边缘厚度大于。该边界操作数约束由Surf定义的面的边缘厚度大于指定的目标值。如果**代码(code)**是零，边缘厚度沿+y轴计算；如果代码是1，沿+X轴；如果代码是2，沿-y轴，如果代码是3，沿-X轴。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。也可参见MNET。
ETLT	边缘厚度小于。该边界操作数约束由Surf定义的面的边缘厚度小于指定的目标值。如果**代码(code)**是0，边缘厚度沿+y轴计算；如果代码是1，沿+X轴；如果代码是2，沿-y轴，如果代码是3，沿-X轴。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。也可参见MNET。
ETVA	边缘厚度。该边界操作数返回由Surf定义的面的边缘厚度。如果**代码(code)**是零，边缘厚度沿+y轴计算；如果代码是1，沿+X轴；如果代码是2，沿-y轴，如果代码是3，沿-X轴。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。也可参见MNET。
FTGT	全部厚度大于。这个边界操作数约束**Surf**面的全部厚度大于指定的目标值。全厚度在顶点和边缘之间沿着径向+y方向200点上计算，包括面的矢高和下一面的矢高。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。该操作数对约束那些最小或最大厚度并不在中心或边缘，而是在某些中间位置的

	情况很有用。参见FTLT。
FTLT	全部厚度小于。参见FTGT。
MNCA	空气的最小中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型为空气的面的中央厚度要大于指定的目标值。也可参见MNCT和MNCG。该操作数可以同时控制多个面。
MNCG	玻璃的最小中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的中央厚度要大于指定的目标值。也可参见MNCT和MNCA。该操作数可以同时控制多个面。
MNCT	最小中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个面的中央厚度要大于指定的目标值。也可参见MNCG和MNCA。该操作数可以同时控制多个面。
MNCV	最小曲率。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每一个表面的曲率都要大于指定的目标值。也可参见MXCV。该操作数可以同时控制多个面。
MNEA	空气中的最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型为空气（即没有玻璃）的面的边缘厚度要大于指定的目标值。也可参见MNET，MNEG，ETGT和XNEA。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEA。 **区域(Zone)**，如果是非零值，则在缩放的半口径处计算它的厚度。如，Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNEG	玻璃的最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的边缘厚度要大于指定的目标值。也可参见MNET，MNEA，ETGT和XNEA。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEG。 **区域(Zone)**，如果是非零值，则在缩放的半口径处计算它的厚度。如，Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式**

	(mode)标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNET	最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个面的边缘厚度要大于指定的目标值。也可参见MNEA，MNEG，ETGT和XNEA。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNET。 **区域(Zone)**，如果是非零值，则在缩放的半口径处计算它的厚度。如，Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNPD	最小的**部分色散(ΔPg, F)**。该边界操作数约束**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**间各面的部分色散偏差要大于指定的目标值。也可见MXPD。该操作可同时控制多个面。
MXCA	空气的最大中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型为空气的面的中央厚度要小于指定的目标值。也可参见MXCT和MXCG。该操作数可以同时控制多个面。
MXCG	玻璃的最大中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的中央厚度要小于指定的目标值。也可参见MXCT和MXCA。该操作数可以同时控制多个面。
MXCT	最大中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个面的中央厚度要小于指定的目标值。也可参见MXCG和MXCA。该操作数可以同时控制多个面。
MXCV	最大曲率。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每一个曲率都要小于指定的目标值。也可参见MNCV。该操作数可以同时控制多个面。
MXEA	空气的最大边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型为空气（即没有玻璃）的面的边缘厚度要小于指定的目标值。也可参见MXET，MXEG，ETLT和XXEA。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXEA。

	区域(Zone)，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。如，**Zone**为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MXEG	玻璃的最大边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的边缘厚度要小于指定的目标值。也可参见MXET，MXEA，ETLT和XXEG。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXEG。 **区域(Zone)**，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。如，Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MXET	最大边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个面的边缘厚度要小于指定的目标值。也可参见MXET，MXEA，ETLT和XXET。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXET。 **区域(Zone)**，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。如，Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNSD	最小有效通光半口径。约束**Surf1**和**Surf2**面之间有效通光半口径大于指定的目标值。这个操作数可同时控制多个面。
MXSD	最大有效通光半口径。约束**Surf1**和**Surf2**之间有效通光半口径小于指定的目标值。这个操作数可同时控制多个面。
OMMI	最小机械半口径。约束Surf1和Surf2面之间机械半口径大于指定的目标值。这个操作数可同时控制多个面。
OMMX	最大机械半口径。约束Surf1和Surf2面之间机械半口径小于指定的目标值。这个操作数可同时控制多个面。

OMSD	机械半口径。该操作数返回Surf1和Surf2面之间的机械半口径。
TGTH	Surf1到Surf2面之间的玻璃厚度之和。注意，此厚度将Surf1和Surf2包括在内，而不是两面之间的玻璃厚度。参见TTHI。
TTGT	总厚度大于指定目标值。该边界操作数约束**Surf**定义的面的矢高以及紧跟在其后的面在相应半口径处的总厚度要大于指定的目标值。如果**Code**为0，厚度沿着+y轴计算，如果**Code**是1，沿+x轴，如果是2沿-y轴，如果**Code**是3沿-x轴。该操作数在镜像空间中自动改变厚度的符号，这样对于物理上可实现的镜头总是产生正值。见TTLT和TTVA。
TTHI	**Surf1**到**Surf2**面之间的所有面厚度之和。注意，此厚度将Surf1和Surf2包括在内，而不是两面之间的厚度。参见TTHI。
TTLT	总厚度小于指定目标值。参见TTGT。
TTVA	总厚度值。参见TTGT。
XNEA	Surf1和Surf2定义的面范围内材料为空气的面的最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MNEA。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。如，Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XNET	最小边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MNET。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XNEG	玻璃最小边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内玻璃面的最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可以

	同时控制多个面。参见MNEG。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。如，Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XXEA	空气最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内空气面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最大厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MXEA。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。如，Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XXEG	玻璃最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内玻璃面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最大厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MXEG。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。如，Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XXET	最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最大厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MXET。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。如，Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
ZTHI	该操作数控制由**Surf1**和**Surf2**定义的表面总厚度在多重结构中的变化。它类似于TTHI操作数，只不过它类似于不等式操作数。指定的目标值是所定义的多重结构TTHI之间允许

	的最大差值。例如，如果有3个多重结构，TTHI 3 8 计算的值分别为17，19，18.5，如果目标值设定为小于2的值，ZTHI将返回2（即19-17）。否则，ZTHI将返回目标值。为保持变焦系统所有多重结构有同样的厚度，目标值可设为0。

镜头属性约束(Constraints on Lens Properties)

镜头属性约束操作数（Operands for constraints on lens properties）	
CVOL, MNDT, MXDT, SAGX, SAGY, SSAG, STHI, TMAS, TOTR, VOLU, NORX, NORY, NORZ, NORD, SCUR, SDRV	
名称	**描述**
CVOL	圆柱体积。该操作数计算包含在由Surf1和Surf2定义的范围内的最小圆柱体的体积，单位为镜头单位的立方。在计算中只使用顶点位置和半口径，而不使用矢高。这些面的范围内不能包含坐标断点面。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNDT	最小的直径厚度比。控制面的直径与Surf1到Surf2中央厚度比值的最小允许值。只考虑表面折射率不是一的（非空气）表面。也可参见MXDT。该操作数可以同时控制多个面。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MXDT	最大的直径厚度比。控制面的直径与Surf1到Surf2中央厚度比值的最大允许值。只考虑表面折射率不是一的（非空气）表面。也可参见MXDT。该操作数可以同时控制多个面。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
SAGX	Surf定义的表面上X=有效通光孔径，Y＝0处的矢高，单位为透镜单位。也可见SSAG。
SAGY	Surf定义的表面上Y=有效通光孔径，X＝0处的矢高，单位为透镜单位。也可见SSAG。
SSAG	**Surf**定义的面上X和Y定义坐标点上的矢高，单位为透镜单位。也可见SSAG。

STHI	表面厚度。这个操作数计算由**Surf**定义的面上X和Y定义坐标处的厚度。此计算考虑该表面的矢高和中心厚度以及下一个面的矢高，但不包括表面之间的任何倾斜和偏心。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
TMAS	总质量。计算**Surf1**到**Surf2**面范围内玻璃镜头的质量。面的质量要考虑到后续面包围起来的体积，因此，要计算一个单个元件的质量，第一面和最后面的编号应该是一样的。参见“计算元件体积的注释（Comments computing element volumes）”上关于质量和体积是如何计算的。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
TOTR	镜头的总长度，以镜头单位表示。参见“Total track”。
VOLU	元件的体积。单位为立方厘米，计算Surf1和Surf2面范围内的镜头和空气间隔的体积。面的体积包括后续面包围起来的体积，因此如要计算单个元件的体积则第一面和最后面的编号应该是一样的。参见“计算元件体积的注释（Comments on computing element volumes）”中有关元件质量和体积怎样被计算的讨论。
NORX	法向量x分量。这个操作数返回**Surf**定义的面上X和Y定义的坐标上面法向量x分量。如果**全局(Global)**为0，向量位于面的局部坐标中，如果Global为1，向量位于全局坐标中。
NORY	法向量Y分量。这个操作数返回Surf定义的面上由X和Y定义的坐标上面法向量Y分量。如**全局(Global)**为0，向量是局部坐标向量，如Global为1，则是全局坐标向量。
NORZ	法向量Z分量。这个操作数返回Surf定义的面上由X和Y定义的坐标上面法向量Z分量。如**全局(Global)**为0，向量是局部坐标向量，如Global为1，则是全局坐标向量。
NORD	沿法线到下一表面的距离。这个操作数计算**Surf**定义的面上由X和Y定义的坐标上的法线向量，然后返回沿法线方向到达下一表面的距离。

SCUR	表面曲率。计算由surf定义的面上由X和Y定义的坐标处的曲率或者其它相关数据，下面所列情况中，“最大”曲率值是通过从表面顶点到指定x和y坐标的点之间等间隔计算50个点的曲率来确定的，并且返回绝对值最大值。 如果**数据（data）**是0-3，返回值分别代表子午曲率、弧矢曲率、子午-弧矢曲率或者最大子午-弧矢的曲率值； 如果**数据（data）**是4-7，返回值分别是x曲率，y曲率，x-y曲率或者最大x-y的曲率值； 如果**数据（data）**是8-9，返回值是(R*Sc)的绝对值，其中R是径向坐标，Sc是弧矢曲率，或(R*Sc)的最大值。
SDRV	表面导数。计算由surf定义的面上由X和Y定义的坐标点处表面矢高（沿着局部Z轴）的一阶或者二阶导数。 如果**数据（data）**是0或者1，返回值是子午或者弧矢方向的一阶导数； 如果**数据（data）**是2或者3，返回值是子午或者弧矢方向的二阶导数。

参数约束(Constraints on Parameter Data)

参数约束的操作数(Operands for constraints on parameter data)	
PMGT, PMLT, PMVA	
名称	**描述**
PMGT	参数值大于。该边界操作数约束由表面Surf的**参数(Param)**定义的参量值要大于目标值。不同的面型这些参量有不同的意义。这些参量值的描述见“面型”一章。
PMLT	参数值小于。该边界操作数约束由表面Surf的**参数(Param)**定义的参量值要小于目标值。不同的面型这些参量有不同的意义。这些参量值的描述见“面型”一章。
PMVA	参数值。该边界操作数返回由表面Surf的**参数(Param)**定义的参量值。不同的面型这些参量有不同的意义。这些参量值的描述见“面型”一章。

附加参数约束(Constraints on Extra Data)

约束附加参数的操作数(Operands for constraints on extra data)
XDGT, XDLT, XDVA

名称	描述
XDGT	附加参数值大于。Edv#的值必须在1和200之间，用来表示所选的参数是Surf表面的哪一个附加数据的值。
XDLT	附加参数值小于。Edv#的值必须在1和200之间，用来表示所选的参数是Surf表面的哪一个附加数据的值。
XDVA	附加参数值。Edv#的值必须在1和200之间，用来表示所选的参数是Surf表面的哪一个附加数据的值。

约束玻璃参数(Constraints on Glass Data)

约束玻璃参数的操作数(Operands for constraints on glass data)	
GCOS, GTCE, INDX, MNAB, MNIN, MNPD, MXAB, MXIN, MXPD, RGLA	
名称	描述
GCOS	玻璃成本。该操作返回**面(Surf)**定义的面的玻璃的相对成本因子，就像在材料库中列出的那样。
GTCE	玻璃热膨胀系数。该操作数返回表**面(Surf)**的玻璃的热膨胀系数Alpha 1，就像材料库中列出的那样。对非玻璃表面，参见 “TCVA”。
INDX	折射率。返回表面**(Surf)**在指定**波长(Wave)编号**下的折射率。
MNAB	最小阿贝数。该边界操作数约束**面1(Surf1)**到**面2(Surf2)**面之间所有表面的阿贝数大于指定的目标值。也可参见MXAB。该操作数可同时控制多个面。
MNIN	最小D光折射率。该边界操作数约束**面1(Surf1)**到**面2(Surf2)**面之间所有表面的Nd值大于指定的目标值。也可参见MXIN。该操作数可同时控制多个面。
MNPD	最小的**部分色散(ΔPg, F)**。该边界操作数约束**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**间各面的部分色散偏差要大于指定的目标值。也可见MXPD。该操作可同时控制多个面。
MXAB	最大阿贝数。该边界操作数约束**面1(Surf1)**到**面2(Surf2)**面之间所有表面的阿贝数小于指定的目标值。也可参见MNAB。该操作数可同时控制多个面。
MXIN	最大D光折射率。该边界操作数约束**面1(Surf1)**到**面2(Surf2)**面之间所有表面的Nd值小于指定的目

	标值。也可参见MNIN。该操作数可同时控制多个面。
MXPD	最大**部分色散(Δ Pg, F)**。该边界操作数约束**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**间各表面的部分色散偏差要小于指定的目标值。也可见MNPD。该操作数可同时控制多个面。
RGLA	合理的玻璃。该操作数约束在**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**指定的面范围内折射率，阿贝数，以及部分色射值与当前加载的玻璃库中实际玻璃的偏离量。详细的讨论包括Wn,Wa和Wp的描述参见“优化的玻璃选择（Optimizi ng glass selection）”。

约束近轴光线数据(Constraints on Paraxial Ray Data)

Operands for constraints on paraxial ray data **近轴光学数据约束操作数**	
PANA, PANB, PANC, PARA, PARB, PARC, PARR, PARX, PARY, PARZ, PATX, PATY, YNIP	
名称	**描述**
PANA	近轴光学表面法线X方向向量。**波长(Wave)**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的x方向方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**面(Surf)**定义的面交点处该面法向量的x分量。 参见“Hx，Hy，Px和Py”。
PANB	近轴光学表面法线Y方向方向向量。**波长(Wave)**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的Y方向方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**面(Surf)**定义的面交点处该面法向量的Y分量。 参见“Hx，Hy，Px和Py”。
PANC	近轴光学表面法线Z方向方向向量。**波长(Wave)**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的Z方向方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**面(Surf)**定义的面交点处该面法向量的Z分量。 参见“Hx，Hy，Px和Py”。
PARA	近轴光线X方向方向余弦。**波长(Wave)**定义的波长下，光线从**面(Surf)**定义的面折射后，近轴光线x方向的方向余弦。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARB	近轴光线Y方向方向余弦。**波长(Wave)**定义的波长下，光线从**面(Surf)**定义的面折射后，近轴光线Y方向的方向余弦。

	参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARC	近轴光线Z方向方向余弦。**波长(Wave)**定义的波长下，光线从**面(Surf)**定义的面折射后，近轴光线Z方向的方向余弦。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARR	近轴光线径向坐标。**波长(Wave)**定义的波长下，在**面(Surf)**定义的面上近轴光线的径向坐标，以镜头单位为单位。它是在局部坐标系中，从局部光轴到指定近轴光线与Surf定义的面交点处的径向距离。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARX	近轴光线X坐标。**波长(Wave)**定义的波长下，在**面(Surf)**定义的面上近轴光线的X坐标，以镜头单位为单位。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARY	近轴光线Y坐标。**波长(Wave)**定义的波长下，在**面(Surf)**定义的面上近轴光线的Y坐标，以镜头单位为单位。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARZ	近轴光线Z坐标。**波长(Wave)**定义的波长下，在**面(Surf)**定义的面上近轴光线的Z坐标，以镜头单位为单位。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PATX	近轴光线X方向的正切。它是**波长(Wave)**定义的波长下，近轴光线在**面(Surf)**定义的面折射后，在X-Z平面上形成的角的正切。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PATY	近轴光线Y方向的正切。它是**波长(Wave)**定义的波长下，近轴光线在**面(Surf)**定义的面折射后，在Y-Z平面上形成的角的正切。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
YNIP	近轴YNI。该数是在波长(Wave)定义的波长下，近轴边缘光线高乘以**面(Surf)**定义的面的折射率乘以入射角的积。该量与指定面贡献的narcissus成比例。见Applied Optics，V01.21.18，p3393。

约束实际光线数据(Constraints on Real Ray Data)

Operands for constraints on real ray data
实际光线数据约束操作数

CEHX, CEHY, CENX, CENY, CNAX, CNAY, CNPX, CNPY, DXDX, DXDY, DYDX, DYDY, HHCN, IMAE, MNRE, MNRI, MXRE, MXRI, OPTH, PLEN, RAED, RAEN, RAGA, RAGB, RAGC, RAGX, RAGY, RAGZ, RAID, RAIN, RANG, REAA, REAB, REAC, REAR, REAX, REAY, REAZ, RENA, RENB, RENC, RETX, RETY	
名称	**描述**
CEHX	惠更斯点扩散函数质心X位置。这一操作数使用惠更斯点扩散函数（PSF）决定来自一个视场点的质心X坐标。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振态。该操作数的参数如下： **面(Surf)：**使用的面的编号（用0表示像面）。 **波长(Wave)：**使用的波长的编号（用0表示多色，否则使用单色波长的编号）。 **视场(Field)：**使用的整型视场编号。 **偏振？(Pol？)：**设为0就忽略偏振，1则考虑偏振。 **光瞳采样(pupil Samp)：**其中1表示32x32，2表示64x64，依次类推。 **像面采样(imag Samp)：**其中1表示32x32，2表示64x64，依次类推。 **组态（All Conf?）：**0表示使用当前组态（由此操作数之前的最近一个CONF操作数决定），1表示对所有组态进行求和。此操作的完整叙述可参见“Huygens PSF”。 此特性总是使用默认的像面增量，用于评价的表面往往都是像面（参见IMSF）。 为了节省计算的时间，当CEHX后跟有一个有着相同设置的CEHY时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。也可参见CENX，CENY，CNPX，CNPY，CNAX和CNAY。
CEHY	惠更斯点扩散函数质心Y位置。参见CEHX。
CENX	质心X位置。这一操作数使用栅格光线决定来自一个视场点的所有光线的质心X坐标。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振态。该操作数的参数如下： **面(Surf)：**使用的面的编号（用0表示像面）。 **波长(Wave)：**使用的波长的编号（用0表示多色，否则使用单色波长的编号）。 **视场(Field)：**使用的整型视场编号。 **偏振？(Pol？)：**设为0就忽略偏振，1则考虑偏振。 **采样(Samp)：**栅格尺寸。值为10将产生10X10栅格光线。 为了节省计算的时间，当CENX后跟有一个有着相同设置的CENY时，两个操作数都会用相同的光线

	设置计算。也可参见CEHX，CEHY，CNPX，CNPY，CNAX。和CNAY。
CENY	质心Y位置。参见CENX。
CNAX	质心X方向角度。这一操作数计算来自任一视场点质心相对于局部Z轴的X方向的角度。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振态。该操作数的参数如下： **面(Surf)：**使用的面的编号（用0表示像面）。 **波长(Wave)：**使用的波长的编号（用0表示多色，否则使用单色波长的编号）。 **Hx/Hy：**使用的归一化视场坐标。参见“Hx，Hy, Px Py”。 **偏振？(Pol？)：**设为0就忽略偏振，1则考虑偏振。 **采样(Samp)：**栅格尺寸。值为10将产生10X10栅格光线。 为了节省计算的时间，当CNAX后跟有一个有着相同设置的CNAY时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。也可参见CNAY，CNPX，CNPY，CENX，CENY，CEHX，CEHY。
CNAY	质心Y方向角度。参见CNAX。
CNPX	与CNAX类似，但是此操作数计算的质心的位置而不是角度。
CNPY	与CNAY类似，但是此操作数计算的质心的位置而不是角度。
DXDX	垂轴像差X分量对瞳面X坐标的导数。它是在**Wave**定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
DXDY	垂轴像差X分量对瞳面Y坐标的导数。它是在**Wave**定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
DYDX	垂轴像差Y分量对瞳面X坐标的导数。它是在**Wave**定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
DYDY	垂轴像差Y分量对瞳面Y坐标的导数。它是在**Wave**定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
HHCN	对超半球条件的测试。OpticStudio追迹**波长(Wave)**定义的波长下的光线到面(Surf)定义的面，并计算x，y，z交点坐标。然后，x和y坐标只用于该面的矢高表达式以观察z坐标的结果。如果z坐标不相同，那么HHCN返回1，否则返回0。该操作数可以用于防止优化到用超半球面的

	结果。 参见“Hx，Hy，Px和Py”。
IMAE	像分析数据。此操作数返回由几何图像分析功能计算的分数效率、质心或rms数据，该操作数使用所有当前默认的设置，除了“Show”设置，它一般用于计算点列图。“面”可用Surf数据域选择，“视场”可以用**Field**数据域选择，“视场尺寸”可以用**FldSz**数据域选择。 要使用该操作数，首先定义想要的几何像分析功能的设置，然后在设置框中按下**SAVE**项。 IMAE操作数将返回像分析功能计算的效率值（归一化到1）。 如果**Surf**为0，将使用由保存的设置来指定平面。如果**Surf**比0大，将在指定平面上计算效率。 如果**Field**为0，将使用由保存的设置来指定视场序号。如果**Field**大于0，将在指定视场中计算效率。 如果**FldSz**为0，将使用由保存的设置来指定视场尺寸。如果**FldSz**大于0，将用指定的视场尺寸计算效率。 如果**data**是0怎返回效率值，如果是1则返回X方向的质心值，如果是2则返回Y方向质心值，如果是3-5则返回X向、Y向、或者径向的RMS值。除了效率值，其他都是系统默认的单位。 如果**Wave**值是0，将使用保存的设置指定波长，如果**Wave**值大于0，则使用指定的波长来计算。 详细讨论参见“使用IMAE操作数优化（Optimizing with the IMAE operand）”。
MNRE	实际光线最小出射角度。此操作数用于约束多个表面的最小出射角度。从**面1(surf1)**到**面2(surf2)**定义的表面上的出射角度是实际光线与表面法线的夹角。实际光线的波长由**波长（wave）**定义，0表示使用的是主波长。需要注意的是，初涉角度一定是正值。参见MXRE，MNRI，MXRI。参见“Hx, Hy, Px, and Py”。
MNRI	实际光线最小入射角度。此操作数用于约束多个表面的最小出射角度。从**面1(surf1)**到**面2(surf2)**定义的表面上的出射角度是实际光线与表面法线的夹角。实际光线的波长由**波长（wave）**定义，0表示使用的是主波长。需要注意的是，初涉角度一定是正值。参见MXRE，MNRI，MXRI。参见“Hx, Hy, Px, and Py”。

MXRE	实际光线最大出射角度。此操作数用于约束多个表面的最小出射角度。从**面1(surf1)**到**面2(surf2)**定义的表面上的出射角度是实际光线与表面法线的夹角。实际光线的波长由**波长（wave）**定义，0表示使用的是主波长。需要注意的是，初涉角度一定是正值。参见MXRE，MNRI，MXRI。参见"Hx, Hy, Px, and Py"。
MXRI	实际光线最大入射角度。此操作数用于约束多个表面的最小出射角度。从**面1(surf1)**到**面2(surf2)**定义的表面上的出射角度是实际光线与表面法线的夹角。实际光线的波长由**波长（wave）**定义，0表示使用的是主波长。需要注意的是，初涉角度一定是正值。参见MXRE，MNRI，MXRI。参见"Hx, Hy, Px, and Py"。
OPTH	光程。它是**波长(Wave)**定义的波长下，指定光线到达**表面(Surf)**定义的面的距离，以镜头单位为单位。距离是从有限共轭物体开始测量的，否则该距离参考第一个面。光程取决于介质的折射率以及附加面诸如光栅和二元光学组件的相位。见PLEN。 参见 "Hx，Hy，Px和Py"。
PLEN	光程。该操作数计算指定光线在**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**面之间的总光程（包括折射面和相位面），一般在主波长下追迹。PLEN本质上是两个OPTH操作数之差。参见OPTH。 参见 "Hx，Hy，px和py"。
RAED	实际光线出射角。它是指**面(surf)**定义的面上，**波长(Wave)**定义的波长下，折射或者反射的出射光线与该表面的法线的夹角，用度表示。值得注意的是，该值始终为正值。也可参见RAID。 参见 "Hx，Hy，Px和Py"。
RAEN	实际光线出射角。它是指**面(surf)**定义的面上，**波长(Wave)**定义的波长下，折射或者反射的出射光线与该表面的法线的夹角的余弦。也可参见RAIN。 参见 "Hx，Hy，Px和Py"。
RAGA	全局光线x方向余弦。它是**波长(Wave)**定义的波长下，**面(Surf)**定义的面上，在全局坐标系中光线x方向余弦。全局坐标系的原点在全局参考平面上。 参见 "Hx，Hy，Px和Py"。
RAGB	全局光线y方向余弦。参考RAGA。
RAGC	全局光线z方向余弦。参考RAGZ。

RAGX	全局光线x坐标。它是**波长(Wave)**定义的波长下，**面(Surf)**定义的面上全局坐标系中的X的坐标值，以镜头单位为单位。全局坐标系的原点在全局参考平面上。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RAGY	全局光线Y坐标。参见RAGX。
RAGZ	全局光线Z坐标。参见RAGX。
RAID	实际光线入射角。它是指**面(surf)**定义的面上，**波长(Wave)**定义的波长下，入射光线与该表面的法线的夹角，用度表示。值得注意的是，该值始终为正值。也可参见RAED。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RAIN	实际光线入射角的余弦。它是指**面(surf)**定义的面上，**波长(Wave)**定义的波长下，入射光线与该表面的法线的夹角的余弦。也可参见RAEN。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RANG	与Z轴夹角。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线与相对局部Z轴的光线夹角，以弧度为单位。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAA	X方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线X方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAB	Y方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线Y方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAC	Z方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线Z方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAR	实际光线径向坐标。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线的径向坐标。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAX	实际光线X向坐标。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线的X向坐标。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAY	实际光线Y向坐标。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线的Y向坐标。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAZ	实际光线Z向坐标。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线的Z向坐标。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RENA	表面法线X方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，指定光线与**面(surf)**定义的交点处表面的法线

	的X方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RENB	表面法线Y方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，指定光线与**面(surf)**定义的交点处表面的法线的Y方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RENC	表面法线Y方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，指定光线与**面(surf)**定义的交点处表面的法线的Z方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RETX	实际光线X向正切。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线与X坐标方向夹角的正切值。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RETY	实际光线Y向正切。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线与Y坐标方向夹角的正切值。参见“Hx，Hy，Px和Py”。

约束元件位置(Constraints on Element Positions)

约束元件位置的操作数Operands for constraints on element positions	
GLCA, GLCB, GLCC, GLCR, GLCX, GLCY, GLCZ	
名称	**描述**
GLCA	元件的X方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面的X方向余弦。
GLCB	元件的Y方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面的Y方向余弦。
GLCC	元件的Z方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面的Z方向余弦。
GLCR	元件的旋转矩阵（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件旋转矩阵3 x 3 R有9个参数。如果**数值(data)**是1，GLCR返回R[1][1]；如果**数值(data)**是2，GLCR返回R[1][2]；依次类推，如果**数值(data)**是9，GLCR返回R[3][3]；
GLCX	元件顶点的X坐标（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面顶点的X坐标。
GLCY	元件顶点的Y坐标（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面顶点的Y坐标。
GLCZ	元件顶点的Z坐标（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面顶点的Z坐标。

系统参数(Changing System Data)

改变系统参数的操作数(Operands for changing system data)	
CONF, IMSF, PRIM, SVIG, WLEN, CVIG, FDMO, FDRE	
名称	**描述**
CONF	组态。该操作数计算由**组态(Cfg#)**定义的组态的评价函数，使得用一个评价函数就能对多重结构优化。该操作数不需要使用目标栏和权重栏。
IMSF	像面。该操作数动态地将某一面设为像面，后续优化操作数将此面看作像面进行优化。新的像面由**面(Surface)**定义。该操作符主要用于中间面优化成像质量。选择面0可将像表面重新恢复至原始表面。 如果**聚焦(Refoucs？)**为0，则指定的面成为新的像面且不能以任何方式修改。如果Refoucs？为1，则在指定面后会有一个虚拟面，并用一个近轴聚焦解将此虚拟面放置在指定面的焦点上。如果中间面尚未聚焦的话，此选项在优化虚焦点像差最为有用。 注意到此操作符只是暂时改变用于估算评价函数的镜头数据的副本，而不会影响原始的镜头数据。当所选取的表面在原始光阑表面之前时要特别注意。此操作符如何执行的信息 “估算中间表面结果（Evaluating results at intermediate surfaces）”。
PRIM	主波长。该操作数通过**波长(wave)**定义的波长，改变优化函数用于评价的主波长。该操作数不需要使用目标栏和权重栏。
SVIG	设置渐晕因子。为当前组态设置渐晕因子，**精度(Precision)**是0，1或2分别对应高，中，低精度。SVIG操作数执行高精度计算要花大量的时间，尽管最后的优化一般比较好。注意操作数SVIG和CVIG只为后续的操作数改渐晕因子。当达到评价函数末尾时，渐晕因子将保存为它们的初始值。在优化完成后，最后的渐晕因子会被更新为新优化的值。参见“CVIG”。
WLEN	波长。该操作数返回波长(wave)定义的波长值，单位是微米。
CVIG	清除渐晕因子。该操作数用于清楚当前组态下剩余的渐晕因子。
FDMO	修改视场数据。这个操作数允许对视场位置数据进行暂时修正。它适用于新的视场坐标和任何具有渐晕因子的视场坐标（除了渐晕角不能用这个操作数进行修改）。所有后续操作数都将用到修改过的视场数据。原始的视场数据在下列情况下会被重新采用，当FDRE操作数定义了同一个视场序号，或者遇到了一

	个CONF操作数（不管操作数CONF是否作为参考的组态序号），或者遇到了评价函数中的最后一个操作数。 视场：需要修改的视场序号。 Hx，Hy：新视场的归一化视场坐标的位置。 VDX，VDY，VCX，VCY：新视场位置的渐晕因子。参见“渐晕因子（Vignetting factors）”。
FDRE	修复视场数据。 **视场(field):**需要修复的视场编号。 参见FDMO

数学运算操作数(General Math Operands)

数学运算操作数(General math operands)	
ABSO, ACOS, ASIN, ATAN, CONS, COSI, DIFF, DIVB, DIVI, EQUA, LOGE, LOGT, MAXX, MINN, OPGT, OPLT, OPVA, OSUM, PROB, PROD, QSUM, RECI, SQRT, SUMM, SINE, TANG, ABGT , ABLT	
名称	描述
ABSO	绝对值。计算**Op#**定义的操作数的绝对值。
ACOS	反余弦。计算**Op#**定义的操作数的反余弦值。如果**标志（flag）**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
ASIN	反正弦。计算 **Op#**定义的操作数的反正弦值。如果**标志（flag）**为 0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
ATAN	反正切。计算**Op#**定义的操作数的反正切值。如果**标志（flag）**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
CONS	常数。定义一个常数，这个常数可供其他操作数调用。这个值和目标值相等。
COSI	余弦值。计算**Op#**定义的操作数的余弦值。如果**标志（flag）**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
DIFF	减法运算。两个操作数的的差值（Op#1 - Op#2）。
DIVB	除法运算。**Op#**定义的操作数除于**因子（factor）**定义的常数。
DIVI	除法运算。**Op#1**定义的第一个操作数除于**Op#2**定义的第二个操作数。参加“RECI”。
EQUA	操作数相等运算。该操作数用于约束**操作数1(Op#1)**和**操作数2(Op#2)**之间操作数的目标值相等（当目标值为零时）。当该操作数目标

	值不为零时，则先计算这些操作数的平均值，然后依次计算每个操作数的数值与平均值差值的绝对值，对于绝对值大于目标值的操作数，对这些绝对值进行求和。参见SUMM和OSUM。
LOGE	Ln对数函数的数值。**Op#**定义的操作数的数值的以e为底的对数函数的数值。假如**Op#**定义的操作数的数值小于或者等于零，则该操作数返回值为0。
LOGT	Lg对数函数的数值。**Op#**定义的操作数的数值的以10为底的对数函数的数值。假如**Op#**定义的操作数的数值小于或者等于零，则该操作数返回值为0。
MAXX	最大值。**Op#1**定义的第一个操作数到**Op#2**定义的第二个操作数之间所有操作数数值最大值。参见MINN。
MINN	最小值。**Op#1**定义的第一个操作数到**Op#2**定义的第二个操作数之间所有操作数数值最小值。参见MAXX。
OPGT	操作数数值大于。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值大于该操作数的目标值。
OPLT	操作数数值小于。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值小于该操作数的目标值。
OPVA	操作数数值。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值。
OSUM	求和运算。**Op#1**定义的第一个操作数到**Op#2**定义的第二个操作数之间所有操作数数值相加。参见SUMM。
PROB	缩放运算。**Op#**定义的操作数的数值乘以因子(Factor)定义的常数。
PROD	乘法运算。**Op#1**定义的第一个操作数数值乘以**Op#2**定义的第二个操作数的数值(Op#1 X Op#2)。参见PROB。
QSUM	平方和开根运算。**Op#1**定义的第一个操作数到**Op#2**定义的第二个操作数之间所有操作数的数值的平方和，再进行平方根运算。参见SUMM，OSUM，EQUA。
RECI	倒数运算。**Op#**定义的操作数的数值的倒数。参见“DIVI”。

SQRT	平方根运算。**Op#**定义的操作数的数值的平方根。
SUMM	求和运算。**Op#1**定义的第一个操作数的数值除于**Op#2**定义的第二个操作数的数值相加（Op#1 + Op#2）。参见OSUM。
SINE	正弦值。**Op#**定义的操作数的数值的正弦值。如果**标志(flag)**是0，则返回值的单位是弧度，否则以度为单位。
TANG	正切值。**Op#**定义的操作数的数值的正切值。如果标志(flag)是0，则返回值的单位是弧度，否则以度为单位。
ABGT	绝对值大于。**Op#**定义的操作数的数值的绝对值大于该操作数的目标值。
ABLT	绝对值小于。**Op#**定义的操作数的数值的绝对值小于该操作数的目标值。

多重组态（变倍）数据(Multi-Configuration (Zoom) Data)

多重组态（变倍）数值操作数	
CONF, MCOL, MCOG, MCOV, ZTHI	
名称	**描述**
CONF	组态。该操作数计算由**组态(Cfg#)**定义的组态的评价函数，使得用一个评价函数就能对多重结构优化。该操作数不需要使用目标栏和权重栏。
MCOG	多重结构操作数大于指定的数值。它用于约束多重组态编辑器中操作数大于指定数值。其中，**操作数(OP#)**定义使用哪个多重组态操作数，**组态(Cfg#)**定义使用哪个组态。
MCOL	多重结构操作数小于指定的数值。它用于约束多重组态编辑器中操作数小于指定数值。其中，**操作数(OP#)**定义使用哪个多重组态操作数，**组态(Cfg#)**定义使用哪个组态。
MCOV	多重结构操作数的数值。它用于约束多重组态编辑器中操作数的数值。其中，**操作数(OP#)**定义使用哪个多重组态操作数，**组态(Cfg#)**定义使用哪个组态。
ZTHI	多重组态厚度变化量。该操作数控制多重结构中Surf1和Surf2定义的面范围内各面的总厚度变化。它类似于TTHI操作数，只不过它类似于不等式操

	作数。指定的目标值是定义的每一重组态的TTHI之间允许的最大差值。例如，如果有3重组态，TTHI 3 8 将分别评价17，19，18.5，如果目标值小于2，ZTHI将返回2（即19-17）。否则，ZTHI返回目标值。为保持所有的ZOOM组态有同样的厚度，目标值可设为0。

高斯光束数据(Gaussian Beam Data)

高斯光束数据	
GBPD, GBPP, GBPR, GBPS, GBPW, GBPZ, GBSD, GBSP, GBSR, GBSS, GBSW	
名称	**描述**
GBPD	近轴高斯光束发散角。在**波长(Wave)**定义的波长上，由**面(Surf)**定义面后的光学空间中的高斯光束（近轴）发散度。其它参数为： **UseX**：如果这个参数非零，那么，沿光束X方向计算，否则，沿y方向。 **W0**：输入束腰，透镜单位。 **S1toW**：面1到束腰位置的距离，透镜单位。 **M2 factor**：高斯光束的M数值的平方； 详见“高斯光束功能”(Gaussian beam feature)。
GBPP	近轴高斯光束束腰位置。近轴高斯光束束腰到光学空间中指定表面的距离。参见GBPD。
GBPR	近轴高斯光束曲率半径。光学空间中指定表面出射的高斯光束曲率半径。参见GBPD。
GBPS	近轴高斯光束尺寸。光学空间中指定表面出射的高斯光束尺寸。参见GBPD。
GBPW	近轴高斯光束束腰。光学空间中指定表面出射的高斯光束束腰。参见GBPD。
GBPZ	近轴高斯光束瑞利范围。光学空间中指定表面出射的高斯光束瑞利范围。参见GBPD。
GBSD	倾斜的高斯光束发散角。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束发散角。入射光束沿着**视场(field)**定义的视场的主光线方向，其它参数如下： **In#**：光束计算的起始面。 **Out#**：计算倾斜高斯光束数据的面。 **Wave**：使用的波长编号。 **StoW**：开始面到束腰的距离，透镜单位。 **WO**：输入束腰的尺寸，透镜单位。如果WO是正的，那么计算对y的方向光束的，否则，

	就是x方向。 倾斜高斯光束功能详见“倾斜高斯光束（Skew Gaussian Beam）”。
GBSP	倾斜高斯光束束腰位置。倾斜高斯光束束腰到光学空间中指定表面的距离。参见GBSD。
GBSR	倾斜高斯光束曲率半径。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束曲率半径。参见GBSD。
GBSS	倾斜高斯光束尺寸。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束尺寸。参见GBSD。
GBSW	倾斜高斯光束束腰。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束束腰。参见GBSD。

渐变折射率控制操作数(Gradient Index Control Operands)

控制渐变折射率的操作数	
DLTN, GRMN, GRMX, InGT, InLT, InVA, LPTD	
名称	**描述**
DLTN	折射率差值（Delta N）。计算由**面(Surf)**定义的表面上渐变折射率的轴上点折射率最大值最小值之差。所用的波长是由Wave定义的。通过表面两端的矢高来计算所用的最大和最小Z坐标。参见“使用渐变折射率操作数”部分。
GRMN	梯度折射率的最小折射率。该边界操作数设置在**波长(Wave)**定义的波长下，**面(Surf)**定义的面的梯度折射率最小值。分别计算六个点的折射率：前顶点，前+y最高点，前+x侧面，后顶点，后+y最高点，后+x侧面。也可见InGT,InLT和GRMX。
GRMX	梯度折射率的最大折射率。该边界操作数设置在**波长(Wave)**定义的波长下，**面(Surf)**定义的面的梯度折射率最大值。分别计算六个点的折射率：前顶点，前+y最高点，前+x侧面，后顶点，后+y最高点，后+x侧面。也可见InGT,InLT和GRMN。
InGT	第n个点的折射率大于。该边界操作数约束**波长(Wave)**定义的波长下**面(Surf)**定义的表面上六个点的其中一个点的折射率大于指定值。如果n＝1是前端点；n＝2是前+y最高点；n＝3是前+x侧面；n＝4是后端点；n＝5是后+y最高点；n＝6是后+x侧面。在这些情况下，该操作数约束指定点的折射要大于指定的目标

	值。例如，“I4GT”约束镜片（下一面的端点）后端点的最小折射率。在这些情况下，+y top和+x side距离由数据编辑器中设置的前后表面半口径中较大的值定义，也可见GRMN和GRMX。
InLT	第n个点的折射率小于。该操作数类似于InGT，只不过该操作数约束的是最大值而不是最小值，关于参数“n”的详细描述见InGT。
InVA	第n个点的折射率。该操作数类似于InGT，只不过该操作数约束的是当前折射率值，关于参数“n”的详细描述见InGT。
LPTD	该边界操作数通过改变渐变渐变折射率指数来约束**面(surf)**定义的表面上轴向梯度折射率剖面的斜率。参见“使用梯度折射率操作数”(“Using gradient index operands”)。

傅科分析(Foucault Analysis)

傅科分析操作数	
FOUC	
名称	**描述**
FOUC	傅科分析。该操作数返回傅科分折功能计算的阴影图与参考阴影图之间的RMS差，无论当前的默认设置是什么都使用该操作数。使用该操作数时，首先要定义所要用的傅科分析功能设置，然后按设置框中的**保存(Save)**键。数据选项“difference”必须选中以返回有效的数据。FOUC操作数将返回计算的阴影图和参考阴影图之间的RMS差。使用该操作数，可以优化光学系统的波前差生成参考阴影图。

鬼像控制(Ghost Focus Control)

鬼像控制操作数	
GPIM, GPRT, GPRX, GPRY, GPSX, GPSY	
名称	**描述**
GPIM	鬼瞳像。GPIM控制鬼瞳（和任何鬼影）相对于像平面的位置。二次反射形成光瞳的鬼影，如果鬼影在焦平面附近，杂散光将破坏系统的成像质量。这就是镜头对着太阳时观察到的由光瞳引起 “太阳耀斑”像形成的原因。该操作数计算任何一个指定的或有可能的次瞳像位置并返回一个从像平面到最近的瞳面鬼影距离的绝对值的倒数。用这种方法定义该操作数是为了通过设置权重，并将目标值设为0，优化以减小鬼瞳像的影响。如果Surf1和Surf2参数被设置成特定的面序号，那么计算的是特定的鬼影路经，如果其中一个或两个Surf1和Surf2的值为-1，则考虑所有可能的面的组合。例如，

	如果Surfl是12，Surf2是-1，那么所有的第一次反射在第12面，然后是第一次反射在第11，10，9面等等的二次反射均考虑在内，如果这两个数都是负值，考虑所有可能的鬼影。 将Mode从0改到1，该操作数也可用来检测并控制系统所成像的鬼影（它不同于瞳面鬼影），或是将Mode设为2用来控制鬼瞳放大率。 WFB和WSB栏将列出发现的最坏的组合作为参考和可能进一步分析。只有折射率变化的面才被认为是鬼影的产生者。忽略反射镜的第一次反射。 也可参见GPRT，GPRX，GPRY，GPSX和GPSY。
GPRT	鬼影光线传播。这个操作数计算非偏振光线从物面到像面两次反射的鬼影光路传播情况。**面(Surfl)**和**面(Surf2)**值定义第一和第二面的序号以定义鬼影路径。注意第一反射面的序号必须大于第二面序号。一般使用主波长。GPRT不会改变视场或孔径，并因此在视场或孔径数据以一种能改变鬼影路径的方法定义时可能返回无意义的结果。在这些情况下不会发生警告。例如，当对视场点使用像高或对系统孔径类型使用像空间F/#时使用GPRT。推荐的方法是使用视场角或物高，使用入瞳直径并将光阑放在第一反射面之前。要详细研究两次反射系统见“鬼影聚焦发生器（Ghost Focus Generator）”。 参见“Hx，Hy，Px，和Py”。
GPRX	鬼影实际光线的x坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼影的实际光线在像面上的x坐标。
GPRY	鬼影实际光线的Y坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼影的实际光线在像面上的Y坐标。
GPSX	鬼影近轴光线的x坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼影的近轴光线在像面上的x坐标。
GPSY	鬼影近轴光线的Y坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼影的近轴光线在像面上的Y坐标。

光纤耦合操作数(Fiber Coupling Operands)

Fiber coupling operands	
FICL, FICP, POPD	
名称	**描述**
FICL	单模光纤的光纤耦合效率。计算出的值是相对于总能力的总的耦合效率。该操作数的参数为： **采样(Samp)**：光瞳采样，其中1表示32×32，2表示64×64依次类推。 **波长(Wave)**：波长编号。 **视场(Field)**：视场编号。 **IgSrc**：如果这个参数为零，，那么靠近物方的光纤就被考虑，否则就被忽略。 **Sna**：源光纤数值孔径(NA)。

	Rna：接收光纤数值孔径(NA)。 **Data:**用来控制返回值的数据类型和使用的算法。如果Data为0，使用快速算法，并返回耦合的功率。如果Data为1，使用惠更斯算法，返回耦合的功率。如果Data为2或4，使用快速算法，分别返回耦合的振幅的实部或虚部。如果Data为3或5，使用惠更斯算法，此时分别返回耦合的振幅的实部或虚部。 **Pol?**：为0时，忽略偏振；为1时，考虑偏振。详见“光纤耦合效率（Fiber Coupling Efficiency）”。也可参见FICP。
FICP	采用物理光学追迹算法计算光纤耦合效率。使用物理光学传播算法计算的光纤耦合效率，使用当前默认的所有的物理光学光场传播(POP)窗口的设置。参数设置如下： **面(surf)**：此参数用来定义POP计算时的最后一个表面。如果surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面；否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。 **波长(wave)**：此参数用来定义POP计算时的采用的波长。如果wave为0，则使用POP窗口上保存的波长；否则采用指定的波长进行计算。 **数据(Data):**控制返回的数据类型。如果Data为0，返回耦合的总功率。如果Data为1，返回Ex场的耦合振幅。如果Data为2或3，分别返回Ex场的耦合振幅的实部或虚部。如果Data为4，返回Ey场的耦合振幅。如果Data为5或6，分别返回Ey场的耦合振幅的实部或虚部。如果光束为非偏振光，Ey值将为0。 Data输入1-6时，入射光场必须是偏振光，才能进行物理光学光场追迹（POP）；否则，光场的耦合功率的振幅和相位不能用物理光学定义。因此，输入场如果是非偏振光时，data值为0。要使用这个操作数，首先根据需求在POP窗口上进行设置，然后在设置框上按下保存(Save)。操作数FICP将返回与POP计算出的相同的效率值。 **视场(field):** 此参数用来定义POP计算时采用的视场。如果field为0，则使用POP窗口上保存的视场；否则采用指定的视场进行计算。 参见“计算光纤耦合效率（Computing Fiber Coupling）”。也可参见FICL。

POPD	物理光学传播数据。详见帮助文件下的“物理光学传播（PHYSICAL OPTICS PROPAGATION）”。使用此操作数，首先要根据需求设置好POP窗口的相关参数，再按下设定对话框中的保存(Save)键。该操作数根据这个设置返回计算结果。如果surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面，否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果wave为0，则使用POP窗口上保存的波长，否则采用指定的波长计算。如果field为0，则使用POP窗口上保存的视场，否则采用指定的视场计算。 Data决定POP计算的数据类型和返回的计算结果，设置如下： 0：全光纤耦合。这是系统效率和接受器效率的乘积。 1：光纤耦合的系统效率。 2：光纤耦合的接收器效率。 3：总功率。 4：峰值强度。 5，6，7：Pilot光束位置，瑞利范围，束腰（X向）。 8，9，10：Pilot光束位置，瑞利范围，束腰（Y向）。 11，12，13：位于最后一个表面光束阵列中心的局部X、Y、Z坐标。（这是参考点而不与光线振幅大小相关）。 21，22：光束强度分布质心相对于光束中心的X，Y坐标值。 23，24，25，26：分别表示X，Y光束宽度和X，Y M平方的值。对于23和24，**Xtr1**默认值为0，此时在实验室坐标系(lab coordinate system)下计算光束宽度；**Xtr1**设置为1时，沿着光束光轴方向计算光束宽度。 参见“光束宽度和M平方（Beam width and M-squared）”。 27：**Xtr1**值为0，1，2和3时，分别对应光束x^2, θ_{x^2}, $x\theta_x$, 和$x\theta_y$的二阶矩。 28：**Xtr1**值为0，1，2和3时，分别对应光束y^2, θ_{y^2}, $y\theta_y$, 和 $y\theta_x$的二阶矩。 29：**Xtr1**值为0，1时，分别对应光束xy和$\theta_x\theta_y$的二阶矩。值得注意的是，上述POPD操作数的返回值都是二阶矩的平方根。 30，31，32：分别为光束非零振幅的平均值，均方根值以及PTV辐照度变化量。这些操作数

	只能在光束照度均匀并且恰被表面孔径包围。 33, 34, 35：分别为光束非零振幅的平均值，均方根值以及PTV相位变化量，弧度单位。这些操作数只能在光束照度均匀并且恰被表面孔径包围。 40,41,42：在由**Xtr1**参数指定半径的圆内照度占总功率的一部分，单位为透镜单位，参考光线质心（40），主光线（41）或表面顶点（42）。 50,51,52：在由**Xtr1**参数指定半径的圆内照度与总功率相等。参考光线质心（50），主光线（51）或表面顶点（52）。 60,61,62,63：光纤耦合接收效率的振幅和相位的弧度，Ex场（60和61）Ey场（62和63）。这些值不考虑系统效率（见上述数据说明）。数据60~63计算时需要考虑偏振，如果输入光束是非偏振光，光场耦合效率的振幅和相位计算不准确。因此，如果输入光束是非偏振光，则返回值是0，未定义的data值返回值也为0. Xtrl和Xtr2值只被此功能扩展选中的数据使用。 如果所有邻接的POPD操作数都具有相同的Surf、Wave、Field、Xtrl和Xtr2参数值，那么POP分析只进行一次就返回所有的数据。值得注意的是，POPD操作数必须在优化编辑器相邻行上才有这样的运行效率。

宏(ZPL)优化操作数(Optimization with ZPL Macros)

宏优化操作数	
ZPLM	
名称	**描述**
ZPLM	宏优化操作数。用于优化ZPL宏计算的结果。参见“用户定义操作数（User defined operands）”。也可参见UDOP。

用户自定义操作数(User defined operands)

用户自定义操作数	
UDOC, UDOP	
名称	**描述**
UDOC	用户自定义操作数。用户自定义操作数，用于

	优化外部汇编程序（ZOS-API）中计算的数值结果。参见“用户定义操作数（User defined operands）”部分。也可参见ZPLM。
UDOP	用户自定义操作数。用户自定义操作数，用于优化外部汇编程序（DDE）中计算的数值结果。参见“用户定义操作数（User defined operands）”部分。也可参见ZPLM。

相对照度操作数(Relative Illumination Operand)

相对照度操作数	
RELI, EFNO	
名称	**描述**
RELI	相对照度。该操作数计算由**视场(Field)**定义的任一 视场点相对于（0，0）视场点的相对照度。值得注意的是，在某些系统中，远离轴的地方照度会增强，对这些视场点上的相对照度可能大于1，因为RELI操作数使用（0，0）视场点作为参考点。其它参数为： **采样(Samp)**：栅格尺寸，值为10将生成一个10*10的光线栅格。 **波长(Wave)**：波长序号。 **偏振(Pol？)**：设为0忽略偏振，1则考虑偏振。 也可参见EFNO。
EFNO	有效F/#。这个操作数计算由**视场(Field)**定义的视场点上的有效F/#。关于有效焦距的说明见“有效F/#（EffectiveF/#）。”其它的是参数为： **采样(Samp)**：栅格尺寸。值为10将产生的栅格光线。10×10。 **波长(Wave)**：波长编号。 **偏振(Pol？)**：设为0则忽略偏振，1则考虑偏振。 也可参见RELI。

控制优化函数的操作数(Merit Function Control Operands)

控制优化函数的操作数	
BLNK, DMFS, ENDX, GOTO, OOFF, SKIN, SKIS, USYM	
名称	**描述**
BLNK	空操作数。用于隔开不同的优化操作数。可在操作数名称右边空白列做注释；注解会显示在优化

	编辑器中，也可显示在评价函数列表中。
DMFS	默认评价函数的起始点。该操作数只是一个用来说明从哪里加入默认评价函数的标志，如果在优化编辑器创建了一个DMFS的操作数，则在默认评价函数对话框中“Start At”的值是该操作数下一行的行数。
ENDX	结束运行。终止评价函数的计算，忽略所有剩余的操作数。
GOTO	跳转。跳过GOTO操作数行和**OP#**定义的操作数编号之间的所有操作数。评价函数从OP#行重新开始运行。
OOFF	同BLNK操作数。
SKIN	如果系统不对称，则跳过。参见SKIS。
SKIS	如果系统对称，则跳过。如果镜头是旋转对称的，那么计算评价函数时，会从该操作数所在行跳跃到在**OP#**定义的操作数进行进行计算。
USYM	旋转对称标志。如果该操作数出现在评价函数中， OpticStudio计算时会假定镜头是圆对称的，即使OpticStudio发现系统中并不存在对称。在某些特殊的情况中，它可以加速评价函数的计算速度。参见 “假设轴向对称（Assume Axial Symmetry）”部分。

约束非序列物体数据(Constraints on Non-Sequential Object Data)

约束非序列物体数据的操作数	
FREZ, NPGT, NPLT, NPVA, NPXG, NPXL, NPXV, NPYG, NPYL, NPYV, NPZG, NPZL, NPZV, NSRM, NTXG, NTXL, NTXV, NTYG, NTYL, NTYV, NTZG, NTZL, NTZV	
名称	**描述**
FREZ	Freeform Z 物体边界条件。这个操作数根据“Freeform Z”中描述的Freeform Z 物体的形状来计算不同的值。**面(Surf)**是非序列编辑器(NSC)中的面序号，1表示非序列模式。**物体(Object)**是物体的编号，它必须是一个用于这个操作数计算的Freeform Z物体。**数据(Data)**值表示的意义如下： 1：最大z值（注意最小z值总为0）。 2：最大z增量（与相邻z坐标的最大差值）。 3：最小z增量（与相邻z坐标的最小差值）。 4：最小y值。 5：最大y值。 6：最大y增量（与相邻y坐标的最大差值）。

	7：最小y增量（与相邻y坐标的最小差值）。 8：物的体积，透镜单位的立方。 9：单调偏离。这是相邻y值的最大偏离量，其符号偏向第一个y值从从0向正z方向变化的符号。 10：最小斜率。 11： 最大斜率。 当Data计算结束，**模式(Mode)**值将决定操作数的返回结果。如果Mode为1，FREZ操作数直接返回计算结果。如果Mode为2，只有当计算结果小于目标值时操作数返回计算结果，否则将返回目标值。这个方法是用来在计算结果上强加一个“大于”思维边界。如果Mode为3，只有当计算结果大于目标值时返回数据值，否则将返回目标值。这个方法是用来在计算结果上强加一个“小于”边界。
NPGT	非序列参数大于。**面(Surf)**定义非序列编辑器（一般在NSC系统中为1）中的面序号。**物体(Object)**定义非序列编辑器中物体序号。**参数(Param)**定义数参编号。
NPLT	非序列参数大于。参见NPGT。
NPVA	非序列参数数值。参见NPGT。
NPXG	非序列物体位置的x坐标大于。**面(Surf)**定义非序列组（NSC）的面序号（一般在NSC系统中为1），**物体(Object**定义NSC组中的物体序号。 如果**“Ref”？**是0，坐标就相对于参考物体。 如果**“Ref”？**是1，坐标就相对于初始NSC坐标系统或入瞳。 如果**“Ref”？**是2，坐标就相对于全局坐标参考面。
NPXL	非序列物体位置的x坐标小于。参见NPXG。
NPXV	非序列物体位置的x坐标。参见NPXG。
NPYG	非序列物体位置的y坐标大于。参见NPXG。
NPYL	非序列物体位置的y坐标小于。参见NPXG。
NPYV	非序列物体位置的y坐标。参见NPXG。
NPZG	非序列物体位置的z坐标大于。参见NPXG。
NPZL	非序列物体位置的z坐标小于。参见NPXG。
NPZV	非序列物体位置的y坐标。参见NPXG。

NSRM	非序列旋转矩阵。**面(Surf)**定义非序列组（一般在非序列(NSC)系统中为1）所在的面序号。**物体(Object)** 定义非序列组中的物体序号。 如果 **Ref?** 为0，坐标是相对参考物体而言的。当使用这个参考时，旋转矩阵总是单位矩阵。 如果 **Ref?** 为1，坐标是相对NSC坐标系的原点或者入瞳。 如果 **Ref?**为2，坐标是相对全局坐标参考面而言的。 3 x 3的R矩阵有9个数据组成。如果**数据(Data)**为1，NSRM返回R[1][1]；如果Data为2，NSRM返回R[1][2]，等等，直到Data为9，返回R[3][3]。
NTXG	非序列物体与x轴夹角大于。参见NPXG。
NTXL	非序列物体与x轴夹角小于。参见NPXG。
NTXV	非序列物体与x轴夹角。参见NPXG
NTYG	非序列物体与Y轴夹角大于。参见NPXG。
NTYL	非序列物体与Y轴夹角小于。参见NPXG。
NTYV	序列物体与Y轴夹角。参见NPXG
NTZG	非序列物体与Z轴夹角大于。参见NPXG。
NTZL	非序列物体与Z轴夹角小于。参见NPXG。
NTZV	非序列物体与Z轴夹角。参见NPXG。

非序列光线追迹和探测操作数(Non-Sequential Ray Tracing and Detector Operands)

非序列光线追迹和探测操作数	
NSDC, NSDD, NSDE, NSDP, NSLT, NSRA, NSRM, NSRW, NSST, NSTR, NSTW, REVR	
名称	**描述**
NSDC	非序列相干强度数据。**面(Surf)**定义非序列组（一般在NSC系统中为1）的面序号。**探测器(Det#)**是指所需探测器的编号。 如果**像素(Pix#)**是一个正整数，那么就从指定的像素上返回数据。如果Pix#是0，那么返回该探测器的所有像素的数据总和。 **数据(Data)**为0代表实部，1代表虚部，2代表振幅度，3代表相干强度。详见“非序列模式中光源与探测器的优化（Optimizing With sources and detectors in non-sequential mode）”。

NSDD	非序列非相干强度数据。**面(Surf)**定义非序列组（一般在NSC系统中为1）的面序号。**Det#**是指所需探测器的编号。如果**Det#**是零，那么所有的探测器被清空。如果**Det#**小于0，那么Det#的绝对值所定义的探测器被清空。值得注意的是，NSDD操作数清空探测器数据时，必须优先于其它NSDD操作数。 对于矩形探测器，面探测器以及所有的面元探测器来说，如果Pix#是一个正整数，那么返回值就是指定像素上的数值。否则，不同的Pix#值，将对应不同类型的返回值，如下说明： 0：**数据(Data)**为0、1、或2分别指位置空间的光通量，位置空间通量/面积，通量/立体角。 -1：通量或通量/面积的最大值。 -2：通量或通量/面积的最小值。 -3：到达探测器的光线数目。 -4：所有非零像素数据的标准差（RMS）。 -5：所有非零像素数据的平均值。 -6，-7，-8：分别代表x,y或z的位置坐标或角辐射度或中心强度。 -9，-10，-11，-12,-13：RMS半径，x，y，z或者xy方向到所有像素数据参考质心的距离或者角度。这些指的是二阶矩：r^2, x^2, y^2, z^2, and xy。 **Data**为0表示光通量，1表示通量/面积，2表示通量/像素的立体角，3表示归一化的通量。面探测器只支持0和1（代表通量和通量/面积）。只有**Pix#**为正数时，data才能为3，这种情况的返回值是该像素相对于整个探测器最大通量的归一化数值。Data为3一般只作为NSC位图函数优化的一部分使用，参见“NSC位图优化函数”（“NSC Bitmap Merit Function Tool”）。 仅对矩形探测器来说：如果**Pix#**不是正整数，则大量的边缘像素可以被忽略，如果需要的话。如果赋予**# Ignored**数值的话，则大量的边缘像素将会被忽略，探测器上用于计算的像素将会沿着边缘减少。 对于立体探测器，**像素(Pix#)**表示像素在立方体内的序号。对于Data值为0、1或2，返回的值分别为入射通量，吸收通量，吸收通量每单位体积。如果**Pix#**是零，返回值是所有像素数据的和。 对于颜色探测器，用NSDE代替。对于角探测器，用NSDP代替。

NSDE	非序列颜色探测器。**面(Surf)**定义非序列组（一般在NSC系统中为1）的面序号。**Det#**是指所需探测器的编号。如果**Det#**是零，那么所有的探测器被清空。如果**Det#**小于0，那么Det#的绝对值所定义的探测器被清空。如果**Pix#**是一个正整数，那么返回值就是指定像素上的数值。否则，不同的Pix#值，将对应不同类型的返回值，如下说明： 0：探测器上所有像素数据之和。 对色度坐标，这是探测器上所有像素的平均值，是一个非零的光通量值。如果**Pix#** 为0，下面描述的面积值是整个探测器的面积，以分析单位为单位测量得到的位置空间数据，或者是以球面度为单位测量得到的角空间数据。 -1：最大数据。 -2：最小数据。 -3：到达探测器的光线数目。 **角度(Angle?):** 为0时是位置空间数据，为1时是角空间数据。 **Data**是一个整数，用来定义要返回的数据类型。定义如下： 1： 能量以<sprefix>瓦特为单位，这里<sprefit>是光源单位前缀。 2： 能量/面积以<aprefix>瓦特/<area>为单位，这里<aprefix> 是分析单位的前缀。如果Angle？是0，<area>是分析单位的面积，如果Angle？是1，<area>是以球面度为单位的立体角。 3：能量以<sprefix> 流明为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 4：能量/面积以<aprefix>流明/<area>为单位，这里<aprefix> 是分析单位的前缀。如果Angle？是0，<area>是分析单位的面积，如果Angle？是1，<area>是以球面度为单位的立体角。 5/6：CIE 1931色度坐标x/y。 7/8： CIE 1976 色度坐标u′/v′。 9/10/11： CIE 1931 以流明/<area>.为单位的三刺激X，Y，Z的值。 如果 **Angle?** 为0 ， <area> 是分析单位的面积。如果**Angle?** 为1 ， 那么<area>就是以球面度为单位的立体角。 12/13：显色指数（CRI）和相关色温（CCT），后者的单位是开尔文（K）。只有当“记录光谱数据”（“Record Spectral Data”）开启后，才

	能返回相应的数值（仅适用于OpticStudio-Premium），并且还要求**Pix#**和**Angle?**的值均为0。返回值是基于整个探测器上不同波长的光通量。 14/15/16：归一化的CIE193三刺激值X/Y/Z的数值。于9/10/11的返回值类似，但是此时返回的是相对于优化编辑器中后续相邻的所有定义相同探测器的NSDE操作数三刺激值中y值的峰值的归一化结果。一般只作为NSC位图函数优化的一部分使用，参见“NSC位图优化函数”（“NSC Bitmap Merit Function Tool”）。 并且仅当**Pix#**为正整数，**Angle?**是零时才有效。 17/18/19/20：分别表示在特定的光谱库（spectral bin）中质心X、Y和均方根半径（RMS），X,Y值。指定光谱库可参见对**波长**列（**Wavelength** Column）的描述。定义光谱库可参见Detector Settings in Type section of the Object Properties。 **波长（Wavelength）**指定使用哪个光谱库计算质心X/Y和均方根半径/X/Y。如果**波长（Wavelength）**的数值在光谱库范围内，则将会选择库的数值用于计算。光谱库的详细描述可参见“记录光谱数据”（Record Spectral Data）。 如果**Pix#**不是正整数，则大量的边缘像素可以被忽略，如果需要的话。如果赋予**# Ignored**数值的话，则大量的边缘像素将会被忽略，探测器上用于计算的像素将会沿着边缘减少。例如，一个X向100个像素、Y向200个像素的探测器，如果**# Ignored**是2，则将会基于探测器的X向96个像素，Y向196个像素进行计算，探测器上、下、左、右边缘两个像素将会被忽略。 当**Pix #** = -3，和显色指数（CRT），相关色温（CCT）分别对应data为12和data为13时，**# Ignored**不影响计算。（当**# Ignored**为正整数时，同样不影响计算）。 如果光源单位为焦耳，那么data 1 和data 2的单位也是焦耳，而data 3和data4的单位为talbots。参见“单位（Units）”。也可参见NSDD和NSDE。

NSDP	非序列极坐标探测器。Surf定义非序列组（一般在NSC系统中为1）的面序号。Det#是指所需探测器的物体编号。如果Det#是零，那么所有的探测器被清掉。如果Det#小于0，那么只是由Det#的绝对值所定义的探测器被清掉。 如果Pix#是一个大于0的正整数，那么返回值是指定像素上的数据。否则，将会根据Pix#值的不同返回不同的数值： 0:探测器上所有像素数据的总和。对色度坐标，这是探测器上所有像素的平均值，是一个非零的光通量值。 -1：最大数据。 -2：最小数据。 -3：达探测器的光线数目。 -4：光场分布相对于0度的径向均方根半径，以角度为单位。如果为Pix#-4，则data的有效输入为1或者3，输入其它数值返回值都为0. **Data**是一个整数代码，它决定了要返回的数据类型，定义如下： 1：能量以<sprefix>瓦特为单位，这里<sprefit>是光源单位前缀。 2：能量/空间角度以< sprefix >瓦特/球面度（steradian），这里< sprefix > 是光源单位的前缀。 3：能量以<sprefix> 流明为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 4：能量/空间角度以< sprefix >流明/球面度（steradian），这里< sprefix > 是光源单位的前缀。 5/6： CIE 1931色度坐标x/y。 7/8： CIE 1976 色度坐标u′/v′。 9/10/11： CIE 1931 以流明/球面度为单位的三刺激X,Y,Z的值。 如果光源单位为焦耳，那么data 1 和data 2的单位也是焦耳，而data 3和data4的单位为talbots。参见“单位（Units）“。也可参见NSDD和NSDE。

NSLT	非序列光线追迹（lightning trance）。该操作数追迹由光线追迹分析定义的大量光线。**Surf**是非序列面的面序号。Src#是用来光线追迹的光源的物体序号。如果Src#是0，则追迹所有光源发出的光线。**Ray Samp**定义光线采样数量：0=low（1X），1=4X，2=16X，3=64X，4=256X，5=1024X。Edge Samp 定义的采样用于解决物体边缘的光线，与Ray Samp的输入有相同的定义（但仅输入从0到4）。RT?定义是否需要追迹大量的光线（当RT?=0），或者定义是否需要追迹所有的分析光线都要被传统光线追迹（RT?=1）。当RT?=1，此操作数将会关闭偏振、分光、散射，追迹方式与NSTR类似。操作数NSDC，NSDD，NSDE，或者NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须在NSLT操作数之前。也可参见NSTR。详细信息参见“光线追迹控制”（“The LightningTrace Control”）。也可参见NSTR。
NSRA	非序列单根光线追迹。**Src#**指目标光源的序号。此光源必须被定义为单根光线追迹。如果**Splt?**不为零，则分光追迹是开启的。如果**Pol?**非零那么就使用偏振光追迹，如果分光追迹开启则偏振项目会自动被选中。 对于该功能散射选项通常是关闭的，因为散射的子光线是随机的，并不适合优化。 光线追迹过程中是否出错选项在计算过程在往往是考虑的。 如果追迹相同光线的多个NSRA操作数在评价函数编辑器中相邻，为了提高追迹效率，优化时只追迹一次。 **Seg#**指的是包含返回值的光线区段的编号。用-1代表最后一个区段。**Data**是指特定区段的数据类型。 使用**Data**1-9分别表示x坐标，y坐标，还有z坐标，x-余弦，y-余弦，z-余弦，x-法线分量，y法线分量，z-法线分量。这些数值都是相对于系统入口，参见下方的31-39。 使用Data10-15分别表示轨迹（path-to），强度（intensity），…的相位（phase of），在何处的相位（phase at），折射率（index），初始相位（starting phase）。值得注意的是，在何处的相位phase at其值不是2pi模的大小，与

	ZRD文件的情况类似。使用Data16-17分别表示从光源到指定部分结束的光线轨迹总和，或光程，以透镜单位为单位。这些值不包括衍射面的相位。 使用**Data**21-26分别表示EX实部，EX虚部，Ey虚部，Ez实部，Ez虚部。如果返回实部和虚部数据，必须开启偏振。 使用**Data**27-29分别表示Ex和Ey的相位和Ex、Ey的相位差。如果返回相位值，必须开启偏振。 使用**Data**31-39表示坐标数据，由Data1-9定义转化到相对于全局坐标参考面。 **Source#**指当光源为阵列的形式时，所用的元件序号。有关序号分类表可以参见“光源（sources）”物体性能的设置。 这些数据项的更多信息见 “光线数据库文件（Ray database files）”。
NSRD	非序列光线数据库。**“ZRD file”**定义要保存的的ZRD文件名。（最多140个字符）如果**“ZRD format”**设置为一个正整数，它定义了ZRD文件的格式：0表示未压缩的数据；1表示压缩了基本数据；2表示压缩了全部数据。如果**“ZRD format”**设置为-1，则后续的NSTR操作数将不创建NSTR文件。在优化编辑器中，此操作数必须先于NSTR操作数。
NSRM	非序列旋转矩阵。**面(Surf)**定义非序列组（一般在非序列(NSC)系统中为1）所在的面序号。**物体(Object)** 定义非序列组中的物体序号。 如果 **Ref?** 为0，坐标是相对参考物体而言的。当使用这个参考时，旋转矩阵总是单位矩阵。 如果 **Ref?** 为1，坐标是相对NSC坐标系的原点或者入瞳。 如果 **Ref?**为2，坐标是相对全局坐标参考面而言的。 3 x 3的R矩阵有9个数据组成。如果**数据(Data)**为1，NSRM返回R[1][1]；如果Data为2，NSRM返回R[1][2]，等等，直到Data为9，返回R[3][3]。

NSRW	非序列中道路照明数据。**Data**指定要返回的道路照明的数据类型。0表示平均亮度；1表示亮度均匀性；2表示亮度纵向亮度；3表示阈值增量；4环绕比例；5表示平均照度；6表示最小照度；7表示水平方向照度的均匀性；**# Lanes**， **Lane Width**，**Spacing**和**Offset**都是用来定义道路照明分析用的。**Arrange**定义灯具沿着道路的排列。0表示单向，1表示双向，2表示交错。**Surf. Class**定义路面分类。0表示R1，1表示R2，2表示R3，3表示R4。详细信息参见“道路照明”（Roadway Lighting）。 特定设置的第一个NSRW操作数必须紧接着一个NSTW操作数，以便计算。具有相同设置（data除外）的NSRW操作数必须放在相邻行。这些后续操作数将简单地返回由第一个NSRW操作数缓存的数据。此操作数旨在用作NSC道路照明功能工具的一部分。详细信息参见“非序列道路照明优化函数工具”（“NSC Roadway Merit Function Tool”）。
NSST	非序列单条光线追迹。这个操作数在系统中追迹单条序列模式下的光线至任意指定的非序列面，然后返回光线在非序列面上的不同数据。**Surf** 是非序列面序号。**Wave** 是波长序号。有关**Hx**， **Hy**， **Px**， and **Py**的定义，参见 “Hx，Hy， Px，and Py”。**Data**决定NSST要计算和返回的数据类型，说明如下： 0， 1， 2：光线和物体交点处的x，y，z坐标。 3， 4，5：光线从表面反射或折射后的x，y，z方向余弦。 6， 7，8：光线到光线与物体交点处的x，y，z方向余弦。 9，10， 11：光线与物体交点处表面的法线。 12： 光线到达的物体的面序号。 **Object** 用来指定所需要的数据是哪个物体的。在一般情况下，一条光线可能多次到达同一个物体。默认情况下，NSST返回光线在指定物体上的最后一个交点的数据。要选择一个指定的交点，在每次光线到达物体时在Data值上加上1000。例如，光线第三次到达物体时，光线的y坐标值，用3001作为Data的值。如果光线没有到达物体，或到达物体的次数不是指定的次数，此时操作数将返回0，但是不会有警告或错误信息的提示。

	所有的坐标和余弦值参考非序列面的坐标系。操作数NSDC，NSDD，NSDE，或者NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须在NSST操作数之前。也可参见NSTR。
NSTR	非序列追迹。**Src#**是指目标光源的物体序号。如果**Src#**是0，将对所有的光源进行追迹。如果**Splt?** 不为零，则分光是开启的。如果**Scat?**不为0，那么散射就开启。如果**Pol?** 不为0则偏振光追迹是开启的。如果使用分光，偏振光追迹自动选中。如果**IgEr**不为0，将忽略误差。详见“非序列模式中光源与探测器的优化（Optimizing With sources and detedtors in non-sequential mode）”。操作数NSDC，NSDD，NSDE，或者NSDP的**Det#**参数设置为0时，这些操作数必须在NSST操作数之前。也可参见NSST。
NSTW	非序列道路照明光线追迹。该操作数仅用于非序列道明照明优化函数，并且与NSRW操作数一起用于道路照明优化。如果**Splt?** 不为零，则分光是开启的。如果**Scat?**不为0，那么散射就开启。如果**Pol?** 不为0则偏振光追迹是开启的。如果使用分光，偏振光追迹自动选中。如果**IgEr**不为0，将忽略误差。Origin是原始对象的行数，MH是计算中使用的安装高度。 详细信息参见“道路照明”（Roadway Lighting）。 NSTW操作数必须紧接着一个NSRW操作数，以便计算。此操作数旨在用作NSC道路照明功能工具的一部分。详细信息参见“非序列道路照明优化函数工具”（“NSC Roadway Merit Function Tool”）。

REVR	逆光线追迹。该操作数返回总的光通量根据逆向光线追迹功能（参见"ReverseRadiance™ Analysis"）。**Surf**为1表示为非序列系统，否则表示非序列组的面序号。**Object**表示逆向追迹探测器的物体编号，**Pixel #**为0表示所有像素上的光通量的和，否则表示指定像素上的光通量。**Data**为0，1，2，3分别表示总的光通量、三刺激值X、Y、Z。该操作数可以独立运行，不需要与其他光线追迹或者清除探测器数据的操作数配合。

约束用于光学制造的全息图的结构光学器件 Constraints on Construction Optics for Optically Fabricated Holograms

约束用于光学制造的全息图的结构光学器件的操作数	
CMFV	
名称	**描述**
CMFV	构造评价函数的值。这个操作数调用两个构造系统中的任意一个定义的评价函数，这两个构造系统用于定义光学全息图（Optically fabricategd hologram）。Cons#的值可以是1或2，分别表示第一或第二个构造系统。OP#可以是0，将返回构造系统中的所有评价函数的值，也可以是一个整数，它用于定义从哪一行操作数取值。例如，如果Cons#是2，OP#是7，CMFV将返回构造文件2中评价函数中操作数7的值。 如果在被优化的反演系统中有不止一个光学全息表面，Cons#可以加2和用于定义使用的是第二个面的参数，或加4象征所用的第三个全息构造光学面等等。例如，值为7的Cons#指的是构造系统1中的四个光学全息面。

约束光学镀膜、偏振光线追迹的数据(Constraints on Optical Coatings, Polarization Ray Trace Data)

约束光学镀膜、偏振光线追迹的数据的操作数	
CMGT, CMLT, CMVA, CODA, CEGT, CELT, CEVA, CIGT, CILT, CIVA	
名称	**描述**
CMGT	膜层的**multiplier**值大于。此操作数用于约束由

	面(Surf)定义的面上由**Layr**定义的膜层的**multiplier**值大于目标值。用Sufr=0表示所有的面，Layr＝0表示所有的膜层。
CMLT	膜层的**multiplier**值小于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由**Layr**定义的膜层的**multiplier**值小于目标值。用Sufr=0表示所有的面，Layr＝0表示所有的膜层。
CMVA	膜层的**multiplier**值。此操作数返回由面(Surf)定义的面上由Layr定义的膜层的**multiplier**值。。
CODA	膜层数据。此功能使用系统设置的全局偏振状态态（见 “偏振（Polarization）这一节内容”对偏振光进行追迹。即使系统偏振态被设置为“非偏振（unpolarized）”，仍然追迹偏振态的原因是CODA计算的数据是有特定偏振态的。 偏振光线可以从物空间任一由**Field**定义的视场点追迹到光瞳上任意点，一直到**Surf**指定的面。如果Surf为零，光线追迹到像面。波长由**Wave**定义，Px和Py定义归一化光瞳坐标。**Data**的绝对值决定返回值的类型，如下所示： 0：相对透射偏振强度（relative transmitted intensity）（见8）。 1，2，3：分别表示反射强度R，透射强度T，吸收强度A。 4，5：透射场振幅实部和虚部。 6，7：反射场振幅实部和虚部。 8：相对透射非偏振强度（见0）。 101，102：电场X方向的实部，虚部（E filed out X real， imaginary）。 103，104：电场Y方向实部，虚部（E filed out X real， imaginary）。 105，106：电场Z方向实部，虚部（E filed out X real， imaginary）。 110：EX和EY之间的相位差Pxy。 111，112，113：电场相位Px，Py，Pz。 121，122，123：分别表示长轴、短轴，和椭圆偏振态的角度，单位为度。 如果数据与膜层（1-7）相关，且Data为负，则数据用于“S”偏振态，否则用于“P”偏振态。 其它的膜层与偏振数据可随需要加入列表中。见 “Hx，Hy，Px和Py”。
CEGT	膜层的**extinction**值大于。此操作数用于约束由面(Surf)定义的面上由Layr定义的膜层的extinction值大于目标值。用Sufr=0表示所有的面，Layr＝0表示所有的膜层。
CELT	膜层的**extinction**值小于。此操作数用于约束由**面**

	(Surf)定义的面上由**Layr**定义的膜层的extinction值大于目标值。用Sufr=0表示所有的面，Layr＝0表示所有的膜层。
CEVA	膜层的**extinction**值于。此操作数返回由**面(Surf)**定义的面上由**Layr**定义的膜层的extinction值大于目标值。用Sufr=0表示所有的面，Layr＝0表示所有的膜层。
CIGT	膜层的**index**值大于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由**Layr**定义的膜层的index值大于目标值。用Sufr=0表示所有的面，Layr＝0表示所有的膜层。
CILT	膜层的**index**值小于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由**Layr**定义的膜层的**index**值小于目标值。用Sufr=0表示所有的面，Layr＝0表示所有的膜层。
CIVA	膜层的**index**值。此操作数返回由**面(Surf)**定义的面上由**Layr**定义的膜层的**index**值。

物理光学传播计算(Physical Optics Propagation (POP) Results)

物理光学传播计算操作数	
POPD, POPI	
名称	**描述**
POPD	物理光学传播数据。详见帮助文件下的“物理光学传播（PHYSICAL OPTICS PROPAGATION）”。使用此操作数，首先要根据需求设置好POP窗口的相关参数，再按下设定对话框中的保存(Save)键。该操作数根据这个设置返回计算结果。如果surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面，否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果wave为0，则使用POP窗口上保存的波长，否则采用指定的波长计算。如果field为0，则使用POP窗口上保存的视场，否则采用指定的视场计算。 Data决定POP计算的数据类型和返回的计算结果，设置如下： 0：全光纤耦合。这是系统效率和接受器效率的乘积。 1：光纤耦合的系统效率。 2：光纤耦合的接收器效率。 3：总功率。 4：峰值强度。

	5，6，7：Pilot光束位置，瑞利范围，束腰（X向）。 8，9，10：Pilot光束位置，瑞利范围，束腰（Y向）。 11，12，13：位于最后一个表面光束阵列中心的局部X、Y、Z坐标。（这是参考点而不与光线振幅大小相关）。 21，22：光束强度分布质心相对于光束中心的X，Y坐标值。 23，24，25，26：分别表示X，Y光束宽度和X，Y M平方的值。对于23和24，**Xtr1**默认值为0，此时在实验室坐标系(lab coordinate system)下计算光束宽度；**Xtr1**设置为1时，沿着光束光轴方向计算光束宽度。 参见“光束宽度和M平方（Beam width and M-squared）”。 27：**Xtr1**值为0，1，2和3时，分别对应光束x^2, θ_{x2}, $x\theta_x$, 和$x\theta_y$的二阶矩。 28：**Xtr1**值为0，1，2和3时，分别对应光束y_2, θ_{y2}, $y\theta_y$, 和 $y\theta_x$的二阶矩。 29：**Xtr1**值为0，1时，分别对应光束xy和$\theta_x\theta_y$的二阶矩。值得注意的是，上述POPD操作数的返回值都是二阶矩的平方根。 30，31，32：分别为光束非零振幅的平均值，均方根值以及PTV辐照度变化量。这些操作数只能在光束照度均匀并且恰被表面孔径包围。 33, 34, 35：分别为光束非零振幅的平均值，均方根值以及PTV相位变化量，弧度单位。这些操作数只能在光束照度均匀并且恰被表面孔径包围。 40,41,42：在由**Xtr1**参数指定半径的圆内照度占总功率的一部分，单位为透镜单位，参考光线质心（40），主光线（41）或表面顶点（42）。 50,51,52：在由**Xtr1**参数指定半径的圆内照度与总功率相等。参考光线质心（50），主光线（51）或表面顶点（52）。 60,61,62,63：光纤耦合接收效率的振幅和相位的弧度，Ex场（60和61）Ey场（62和63）。这些值不考虑系统效率（见上述数据说明）。数据60~63计算时需要考虑偏振，如果输入光束是非偏振光，光场耦合效率的振幅和相位计算不准确。因此，如果输入光束是非偏振光，则返回值是0，未定义data值返回值也为0. Xtrl和Xtr2值只被此功能扩展选中的数据使用。 如果所有邻接的POPD操作数都具有相同的Surf、Wave、Field、Xtrl和Xtr2参数值，那么POP分析只进行一次就返回所有的数据。值得注意的是，POPD操作数必须在优化编辑器相邻行上才有这样的运行效率。

POPI	物理光学传播数据。详见帮助文件下的 “物理光学传播（PHYSICAL OPTICS PROPAGATION）”。使用此操作数，首先要根据需求设置好POP窗口的相关参数，再按下设定对话框中的保存(Save)键。该操作数根据这个设置返回计算结果。如果surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面，否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果wave为0，则使用POP窗口上保存的波长，否则采用指定的波长计算。如果field为0，则使用POP窗口上保存的视场，否则采用指定的视场计算。 Data决定POP计算的数据类型和返回的计算结果，设置如下： 0,1,2：分别表示总辐射强度（Ex+Ey）,仅Ex或者仅Ey方向的辐射强度； 3，4，5，6：分别表示Ex实部，Ex虚部，Ey实部，Ey虚部； 7，8：分别表示Ex，Ey的相位，单位为弧度。Data值未定义时返回值均为0。 **Pix#**是光束上的指定像素。像素的个数大于或等于0，但是小于nx*ny，nx和ny是行数和列数。像素的序号定义为：p=x+y*nx，其中x是整数行序号，y是整数列序号，且有0<=x<=nx，0<=y<=ny。 如果所有相邻的POPI操作数都具有相同的Surf、Wave、Field参数值，那么POP分析只进行一次就返回所有的数据。值得注意的是，POPI操作数必须在优化编辑器相邻行上才有这样的运行效率。

最匹配球面数据(Best Fit Sphere Data)

最匹配球面数据操作数	
BFSD	
名称	**描述**
BFSD	最匹配球面数据（BFS）。完整的讨论见“矢高表（Sag Table）”。计算由**面(Surf)**定义的面的数据。返回值取决于下列Data值： 0- BFS曲率，单位是透镜单位的倒数。 1- BFS曲率半径，透镜单位。 2- BFS的顶点偏移，透镜单位。 3-要去掉材料的最大深度，透镜单位。 4-要用的材料总体积，立方透镜单位。 5-表面和BFS（无量纲）的最大斜率（dz/dr）偏差。 6-要去掉材料后的深度均方根（RMS），透镜单位。 7-表面和BFS（无量纲）斜率（dz/dr）偏差的均方根。

	MinR和**MaxR**是BFS数据计算区域上的最小和最大径向坐标。如果两个值都是零，最小径向坐标为0，最大径向坐标为表面的半口径。

公差灵敏度(Tolerance Sensitivity Data)

公差灵敏度操作数	
TOLR	
名称	**描述**
TOLR	公差数据。**数据(Data)**为0表示RSS估计性能的变化量，1表示名义上的性能，2表示估计性能（名义性能加上估计变化量）。**文件(File)**是一个整数与所用的公差设置文件相对应。组态（**Config#**）为-2时，则计算CONF定义的最后一个组态；-1计算所有的组态；0计算公差设置文件中使用的组态；1或者更大的数值则计算指定组态。详见“优化公差敏感度（Optimizing tolerance sensitivity）”。

热膨胀系数(Thermal Coefficient of Expansion Data)

热膨胀系数操作数	
TCGT, TCLT, TCVA	
名称	**描述**
TCGT	热膨胀系数（TCE）大于。这个边缘操作数约束**面(Surf)**定义的面的TCE大于指定的目标值。
TCLT	热膨胀系数（TCE）小于。这个边缘操作数约束**面(Surf)**定义的面的TCE小于指定的目标值。
TCVA	热膨胀系数（TCE）数值。这个边缘操作数返回**面(Surf)**定义的面的TCE数值，对于玻璃表面，参见“GTCE”。

废弃的操作(Obsolete Operands)

废弃的操作数	
名称	**描述**
PnGT	该操作数已作废，用PMGT代替。
PnLT	该操作数已作废，用PMLT代替。
PnVA	该操作数已作废，用PMVT代替。

按字母表顺序排列优化操作数

此章节将每个操作数的详细描述按字母顺序列在一个表格中。

名称	描述
ABCD	ABCD值。ABCD值是网格畸变功能中用来计算广义畸变的。参见“网格畸变（Grid Distortion）”。参考的视场序号由**Ref Fld**定义。波长序号由**Wave**定义。**Data**为0时代表A，1时代表B，2时代表C，3时代表D。也可参见“DISA”。
ABGT	绝对值大于。**Op#**定义的操作数的数值的绝对值大于该操作数的目标值。
ABLT	绝对值小于。**Op#**定义的操作数的数值的绝对值小于该操作数的目标值。
ABSO	绝对值。计算**Op#**定义的操作数的绝对值。
ACOS	反余弦。计算**Op#**定义的操作数的反余弦值。如果**标志（flag）**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
AMAG	角放大率。它是在Wave定义的波长下，像空间近轴主光线角与物空间近轴主光线角之比。对非近轴系统无效。
ANAC	质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的径向角像差，参考质心。该数定义如下： $$\varepsilon = \sqrt{(l - l_c)^2 + (m - m_c)^2}$$ 其中**l**和**m**是光线的x和y方向余弦，下标**c**表示质心。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
ANAR	主光线角像差。像空间在 **Wave** 定义的波长上测量的径向角像差，参考主波长主光线。该数定义如下： $$\varepsilon = \sqrt{(l - l_c)^2 + (m - m_c)^2}$$ 其中 **l** 和 **m** 是光线的 x 和 y 方向余弦，下标 **c** 表示主光线。参见 “Hx，Hy，Px 和 Py”。
ANAX	X方向主光线角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的x方向的角像差，与主波长主光线相关。该数定义如下： $$\varepsilon = l - l_c$$ 其中**l**是光线的x方向余弦，下标**c**表示主光线。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
ANAY	Y方向主光线角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的y方向的角像差，与主波长主光线相关。该数定义如下： $$\varepsilon = m - m_c$$ 其中**m**是光线的y方向余弦，下标**c**表示主光线。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
ANCX	X方向质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测量的X方向角像差，参考质心。该数定义如下： $$\varepsilon = l - l_c$$ ，其中**l**是光线的x方向余弦，下标**c**表示质心。ANCX与TRAC有相同的约束条件，详细讨论见TRAC。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
ANCY	Y方向质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测量的Y方向角像差，

	参考质心。该数定义如下： $$\varepsilon = m - m_c$$ ，其中**m**是光线的y方向余弦，下标**c**表示质心。ANCX与TRAC有相同的约束条件，详细讨论见TRAC。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
ASIN	反正弦。计算**Op#**定义的操作数的反正弦值。如果**标志（flag）**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
ASTI	像散。在**Wave**定义的波长下，**Surf**定义的面所产生的像散，按波数计算。如果**Surf**为0，则计算系统各个表面的像散和。它是用赛德尔系数计算的三级像散，不适用于非近轴系统。
ATAN	反正切。计算**Op#**定义的操作数的反正切值。如果**标志（flag）**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
AXCL	轴向色差。对有焦系统按透镜单位量度，对无焦系统按屈光度量度。它是由**Wave1**和**Wave2**定义的两个波长对应的像的距离。如果**Zone**是0，近轴光线用于确定近轴像位置。如果**Zone**大于0并且小于或等于1，就用真实光线确定像的位置。在这种情况下，**Zone**对应Py定义的真实边缘光线。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
BFSD	最匹配球面数据（BFS）。完整的讨论见“矢高表（Sag Table）”。计算由**面(Surf)**定义的面的数据。返回值取决于下列**Data**值： 0- BFS曲率，单位是透镜单位的倒数。 1- BFS曲率半径，透镜单位。 2- BFS的顶点偏移，透镜单位。 3-要去掉材料的最大深度，透镜单位。 4-要用的材料总体积，立方透镜单位。 5-表面和BFS（无量纲）的最大斜率（dz/dr）偏差。 6-要去掉材料后的深度均方根（RMS），透镜单位。 7-表面和BFS（无量纲）斜率（dz/dr）偏差的均方根。 **MinR**和**MaxR**是BFS数据计算区域上的最小和最大径向坐标。如果两个值都是零，最小径向坐标为0，最大径向坐标为表面的半口径。
BIOC	双目收敛度（Biocular convergence）。以毫弧度为单位，左右眼的组态用 Left 和 Right 的值来表示。其它的参数如下： **Wave：**使用的波长的编号。 **UseCos：**如果为 0 则表示视场单位是角度，否则视场单位为方向余弦。 **Xang/Yang：**用于计算 X 向和 Y 向的收敛角或角的余弦值。 如果来自两个组态成指定角的主光线不是在没有渐晕的情况下通过系统成像，会出现错误提示，详细的信息参见“发散度/收敛度”(Divergence/Convergence)。
BIOD	双目发散度（Biocular Dipvergence）。以毫弧度为单位。详见上面的BIOC。
BIPF	没有使用。
BLNK	空操作数。用于隔开不同的优化操作数。可在操作数名称右边空白列做注释；注解会显示在优化编辑器中，也可显示在评价函数列表中。
BLTH	毛坯厚度。计算由**表面(surf)**定义的面的透镜需要材料毛坯的最小厚度。沿着由**代码(code)**定义的方向在半径上取 200 个节点，代码为 0 表示+Y 方向，代码为 1 表示+X 方向，代码为 2 表示-Y 方向，代码为 1 表示-X 方向，

	代码为 4 表示所有方向。这个操作数有**模式(mode)**标志，模式=1(默认)则利用透镜的机械口径计算，模式=1 则利用透镜的有效通光口径计算。
BSER	瞄准误差(Boresight error)。瞄准误差定义为轴上视场主光线的径向坐标除以有效焦距。这个定义衍生出一种测量像的角误差的方法。
CEGT	膜层的 **extinction** 值大于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由 **Layr** 定义的膜层的 extinction 值大于目标值。用 Sufr=0 表示所有的面，Layr＝0 表示所有的膜层。
CELT	膜层的 **extinction** 值小于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由 **Layr** 定义的膜层的 extinction 值大于目标值。用 Sufr=0 表示所有的面，Layr＝0 表示所有的膜层。
CEHX	惠更斯点扩散函数质心X位置。这一操作数使用惠更斯点扩散函数（PSF）决定来自一个视场点的质心X坐标。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振态。该操作数的参数如下： **面(Surf)：**使用的面的编号（用0表示像面）。 **波长(Wave)：**使用的波长的编号（用0表示多色，否则使用单色波长的编号）。 **视场(Field)：**使用的整型视场编号。 **偏振？(Pol？)：**设为0就忽略偏振，1则考虑偏振。 **光瞳采样(pupil Samp)：**其中1表示32x32，2表示64x64，依次类推。 **像面采样(imag Samp)：**其中1表示32x32，2表示64x64，依次类推。 **组态（All Conf?）：**0表示使用当前组态（由此操作数之前的最近一个CONF操作数决定），1表示对所有组态进行求和。此操作的完整叙述可参见"Huygens PSF"。 此特性总是使用默认的像面增量，用于评价的表面往往都是像面（参见IMSF）。 为了节省计算的时间，当 CEHX 后跟有一个有着相同设置的 CEHY 时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。也可参见 CENX，CENY，CNPX，CNPY，CNAX 和 CNAY。
CEHY	惠更斯点扩散函数质心 Y 位置。参见 CEHX。
CENX	质心X位置。这一操作数使用栅格光线决定来自一个视场点的所有光线的质心X坐标。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振态。该操作数的参数如下： **面(Surf)：**使用的面的编号（用0表示像面）。 **波长(Wave)：**使用的波长的编号（用0表示多色，否则使用单色波长的编号）。 **视场(Field)：**使用的整型视场编号。 **偏振？(Pol？)：**设为0就忽略偏振，1则考虑偏振。 **采样(Samp)：**栅格尺寸。值为10将产生10X10栅格光线。 为了节省计算的时间，当 CENX 后跟有一个有着相同设置的 CENY 时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。也可参见 CEHX，CEHY，CNPX，CNPY，CNAX。和 CNAY。
CENY	质心 Y 位置。参见 CENX。
CEVA	膜层的 **extinction** 值于。此操作数返回由**面(Surf)**定义的面上由 **Layr** 定义

	的膜层的 extinction 值大于目标值。用 Sufr=0 表示所有的面，Layr＝0 表示所有的膜层。
CIGT	膜层的 **index** 值大于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由 **Layr** 定义的膜层的 index 值大于目标值。用 Sufr=0 表示所有的面，Layr＝0 表示所有的膜层。
CILT	膜层的 **index** 值小于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由 **Layr** 定义的膜层的 **index** 值小于目标值。用 Sufr=0 表示所有的面，Layr＝0 表示所有的膜层。
CIVA	膜层的 **index** 值。此操作数返回由**面(Surf)**定义的面上由 **Layr** 定义的膜层的 **index** 值。
CMFV	构造评价函数的值。这个操作数调用两个构造系统中的任意一个定义的评价函数，这两个构造系统用于定义光学全息图（Optically fabricategd hologram）。Cons#的值可以是1或2，分别表示第一或第二个构造系统。OP#可以是0，将返回构造系统中的所有评价函数的值，也可以是一个整数，它用于定义从哪一行操作数取值。例如，如果 Cons#是2，OP#是7，CMFV将返回构造文件2中评价函数中操作数7的值。 如果在被优化的反演系统中有不止一个光学全息表面，Cons#可以加 2 和用于定义使用的是第二个面的参数，或加 4 象征所用的第三个全息构造光学面等等。例如，值为 7 的 Cons#指的是构造系统 1 中的四个光学全息面。
CMGT	膜层的**multiplier**值大于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由**Layr**定义的膜层的 **multiplier** 值大于目标值。用 Sufr=0 表示所有的面，Layr＝0 表示所有的膜层。
CMLT	膜层的 **multiplier** 值小于。此操作数用于约束由**面(Surf)**定义的面上由 **Layr** 定义的膜层的 **multiplier** 值小于目标值。用 Sufr=0 表示所有的面，Layr＝0 表示所有的膜层。
CMVA	膜层的 **multiplier** 值。此操作数返回由面(Surf)定义的面上由 Layr 定义的膜层的 **multiplier** 值。。
CNAX	质心X方向角度。这一操作数计算来自任一视场点质心相对于局部Z轴的X方向的角度。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振态。该操作数的参数如下： **面(Surf)：**使用的面的编号（用0表示像面）。 **波长(Wave)：**使用的波长的编号（用0表示多色，否则使用单色波长的编号）。 **Hx/Hy：**使用的归一化视场坐标。参见“Hx，Hy, Px Py”。 **偏振？(Pol？)：**设为0就忽略偏振，1则考虑偏振。 **采样(Samp)：**栅格尺寸。值为10将产生10X10栅格光线。 为了节省计算的时间，当 CNAX 后跟有一个有着相同设置的 CNAY 时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。也可参见 CNAY，CNPX，CNPY，CENX，CENY，CEHX，CEHY。
CNAY	质心 Y 方向角度。参见 CNAX。
CNPX	与 CNAX 类似，但是此操作数计算的质心的位置而不是角度。

CNPY	与 CNAY 类似，但是此操作数计算的质心的位置而不是角度。
CODA	膜层数据。此功能使用系统设置的全局偏振状态态（见 “偏振（Polarization）这一节内容”对偏振光进行追迹。即使系统偏振态被设置为“非偏振（unpolarized）”，仍然追迹偏振态的原因是CODA计算的数据是有特定偏振态的。 偏振光线可以从物空间任一由**Field**定义的视场点追迹到光瞳上任意点，一直到**Surf**指定的面。如果Surf为零，光线追迹到像面。波长由**Wave**定义，Px和Py定义归一化光瞳坐标。**Data**的绝对值决定返回值的类型，如下所示： 0：相对透射偏振强度（relative transmitted intensity）（见8）。 1，2，3：分别表示反射强度R，透射强度T，吸收强度A。 4，5：透射场振幅实部和虚部。 6，7：反射场振幅实部和虚部。 8：相对透射非偏振强度（见0）。 101，102：电场X方向的实部，虚部（E filed out X real， imaginary）。 103，104：电场Y方向实部，虚部（E filed out X real， imaginary）。 105，106：电场Z方向实部，虚部（E filed out X real， imaginary）。 110：EX和EY之间的相位差Pxy。 111，112，113：电场相位Px，Py，Pz。 121，122，123：分别表示长轴、短轴，和椭圆偏振态的角度，单位为度。 如果数据与膜层（1-7）相关，且Data为负，则数据用于“S”偏振态，否则用于“P”偏振态。 其它的膜层与偏振数据可随需要加入列表中。 见 “Hx，Hy，Px 和 Py”。
COLT	二次项系数小于。该操作数用来约束由**表面(surf)**定义的面的二次项系数小于指定的目标值。
COMA	彗差。在 **Wave** 定义的波长下，由 **Surf** 定义的面引起的以波长表示的彗差。如果 Surf 是 0，计算整个系统所有表面的彗差和。它是由德尔系数计算的三级彗差，对非近轴系统无效。
CONF	组态。该操作数计算由**组态(Cfg#)**定义的组态的评价函数，使得用一个评价函数就能对多重结构优化。该操作数不需要使用目标栏和权重栏。
CONS	常数。定义一个常数，这个常数可供其他操作数调用。这个值和目标值相等。
COSA	没有使用。
COSI	余弦值。计算 **Op#**定义的操作数的余弦值。如果**标志（flag）**为 0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
COVA	二次项系数值。该操作数的返回值是**表面(surf)**定义的面的二次项系数。
CTGT	中心厚度大于。该操作数用来约束由**表面(surf)**定义的面的中心厚度大于指定的目标值。另请参阅 MNCT。
CTLT	中心厚度小于。该操作数用来约束由**表面(surf)**定义的面的中心厚度小于指定的目标值。另请参阅 MXCT。

CTVA	中心厚度。该操作数的返回值是由**表面(surf)**定义的面的中心厚度。
CVGT	曲率值大于。该操作数用于约束由**表面(surf)**定义的面的曲率大于指定的目标值。
CVIG	清除渐晕因子。该操作数用于清楚当前组态下剩余的渐晕因子。
CVLT	曲率值小于。该操作数用于约束由**表面(surf)**定义的面的曲率小于指定的目标值。
CVOL	圆柱体积。该操作数计算包含在由 Surf1 和 Surf2 定义的范围内的最小圆柱体的体积，单位为镜头单位的立方。在计算中只使用最高点和半口径，而不使用矢高。这些面的范围内不能包含坐标断点面。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为 0（默认）表示使用的是机械口径，模式为 1 表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
CVVA	曲率值。该操作数返回值为由**表面(surf)**定义的面的曲率。
DENC	衍射圈入能量（距离）。该操作数计算到由**百分比(Frac)**定义的圈入，方形，仅X方向，或仅y方向的狭缝的衍射能量分数的距离。对于有焦系统，以微米为单位。对无焦系统，单位是无焦模式的单位。其它的参数是： **采样(Samp)**：定义光瞳采样，1生成32×32，2生成64×64等。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**：视场编号。 类型(Type)：1代表圈如，2代表仅x方向，3代表仅y方向，4代表方形。 **参考(Refp)**：使用的参考点/算法。对于FFT圈入能量，用Refp=0表示主光线，1表示质心，2表示顶点。对于惠更斯圈入能量，用Refp=3表示主光线，4表示质心，5表示顶点。 **像采样（I Samp）**：像采样(当使用惠更斯方法时，I Samp代表惠更斯1代表32×32，2代表64×64等等），而**像间距(I Delta)**代表惠更斯像间距。有关惠更斯像采样和像间距的详细描述，参见“圈入能量（Encircled Energy）” 如果采样太低，**半径(radius)**的返回值是 le+10。也可参见 DENF，GENC 和 XENC。
DENF	衍射圈入能量（分数）。该操作数计算**距离(dist)**定义参考点的距离处圈入，方形，仅X方向，或y方向的狭缝的衍射能量分数。对于有焦模式，距离单位是微米。对于无焦模式，距离单位是无焦单位。 除了距离(Dist)，选项和设置与DENC一样，在这里它用于距离，在该距离处达到期望能量的分数。也可参考DENC，GENC和XENC。 如果 dist 定义的点的圈入能量非常接近 100%，返回分数为 1e+10；这样做是为了提高效率。
DIFF	减法运算。两个操作数的的差值（Op#1 - Op#2）。
DIMX	最大畸变。这是畸变绝对值的上限。它的计算方法类似于DISG，但与基于塞得尔系数计算的DIST不同。**Field**可以是0，它指定使用的最大视场的坐标，或任何有效的视场数。注意：最大畸变并不总是发生最大的视场坐标处。DIMX这个操作数只追迹主光线（Px=Py=0），因此Px和Py不需要用户定义。参考视场是轴上视场（Hx=Hy=0），即使光学系统没有定义轴上视场。更多信息参见“DISG”。畸变在由**Wave**定义的

	波长上定义。 如果**Absolute**是0，返回值的单位是百分比。如果**Absolute**为1，畸变作为一个绝对长度给出而不是百分比。 对于非旋转对称系统，该操作数可能不是有效的。
DISA	ABCD 畸变。这个操作数计算由 **Wave** 定义的波长上的主光线，相对于参考视场在径向、X 或 Y 方向的畸变。**Data** 是 0 代表径向畸变，1 代表 X 方向畸变，2 代表 Y 方向畸变。这个畸变是通过 **Field** 定义的视场点处的主光线计算得到的。A，B，C，D 的值由用户来定义。这个畸变的计算方式类似于网格畸变功能的算法（参见 “网格畸变（Grid Distortion）”）。这个操作数和 DISG 的关键区别在于 ABCD 的值是由用户自己定义的。参见 “ABCD”值和 “DISG”。
DISC	f-theta畸变。该操作数计算由**Wave**定义的波长的Y方向视场的f-theta畸变，并返回根据f-theta线性条件计算得到的最大畸变的绝对值。 如果 **Absolute** 是 0，返回值的单位为百分比；如果 Absolute 为 1，畸变作为一个绝对长度给出而不是百分比。这个操作数对设计 f-theta 镜头很有帮助。
DISG	广义畸变。以百分数或绝对距离为单位。该操作数计算在**Wave**定义的波长上任意视场，任意光瞳处的光线的畸变，使用由**Field**定义的视场点作为参考。所用的方法和假设与网格畸变图相同，见 “网格畸变（Grid Distortion）”。如果视场的单位是角度而且最大角等于或大于90度，不能计算DISG。DISG假定预定的放大率不是对称的。 如果视场是以角度定义，则归一化视场坐标Hx和Hy与其它OpticStudio的功能会有不同的定义。但只在此处的例子中，Hx和Hy代表以参考视场为中心的物空间均匀划分的投影栅格。这些归一化的视场坐标被定义为： $$\mathrm{H} = \frac{\tan(\theta)}{\theta_M}$$ θ是相对于参考视场主光线的角度，而θ_M则是最大的视场角（参见 “最大视场（Maximum field）”）。如果**Wave**是一个正数，DISG以百分数返回畸变。如果Wave为负数，Wave的绝对值用于定义波长且返回畸变的绝对长度而不是百分数。 对于所有的畸变概念，避免混淆以及误导的最好方法是使用有限远的物体和有限的物高，而不是用视场角来定义视场。 参见 “Hx，Hy，Px 和 Py”。
DIST	三阶畸变。在由Wave定义的波长上，由**Surf**定义的面引起的用波数表示的畸变量。这是三阶畸变，由赛德尔系数计算出来（见赛德尔系数（Seidel Coefficients）”，且对非近轴系统无效。 如果Surf是0，畸变就以百分数给出（详细定义参见 “场曲/畸变（Field Curvature/Distortion）”）。 如果 Absolute 被设为 1，并且面序号为零，畸变以绝对长度给出而不是百分数。参见 DISG。
DIVB	除法运算。**Op#**定义的操作数除于**因子（factor）**定义的常数。
DIVI	除法运算。**Op#1** 定义的第一个操作数除于 **Op#2** 定义的第二个操作数。参加 “RECI”。

DLTN	折射率差值（Delta N）。计算由**面(Surf)**定义的表面上渐变折射率的轴上点折射率最大值最小值之差。所用的波长是由 Wave 定义的。通过表面两端的矢高来计算所用的最大和最小 Z 坐标。参见“使用渐变折射率操作数”部分。
DMFS	默认评价函数的起始点。该操作数只是一个用来说明从哪里加入默认评价函数的标志，如果在优化编辑器创建了一个 DMFS 的操作数，则在默认评价函数对话框中“Start At”的值是该操作数下一行的行数。
DMGT	直径大于。该边界操作数约束由 **Surf** 定义的面的直径大于指定的目标值。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为 0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为 1 表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。
DMLT	直径小于。该边界操作数约束由 **Surf** 定义的面的直径小于指定的目标值。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为 0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为 1 表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。
DMVA	镜片直径。该边界操作数返回值是由 **Surf** 定义的面的直径。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为 0（默认）表示使用的是机械口径，模式为 1 表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。
DXDX	垂轴像差 X 分量对瞳面 X 坐标的导数。它是在 **Wave** 定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见 “Hx，Hy，Px 和 Py”。
DXDY	垂轴像差 X 分量对瞳面 Y 坐标的导数。它是在 **Wave** 定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见 “Hx，Hy，Px 和 Py”。
DYDX	垂轴像差 Y 分量对瞳面 X 坐标的导数。它是在 **Wave** 定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见 “Hx，Hy，Px 和 Py”。
DYDY	垂轴像差 Y 分量对瞳面 Y 坐标的导数。它是在 **Wave** 定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见 “Hx，Hy，Px 和 Py”。
EFFL	有效焦距。用镜头单位表示的有效焦距。所用的波长由 **Wave** 定义。该值是针对近轴系统的，对非近轴系统可能并不精确。
EFLX	X 方向有效焦距。在主波长上，由 **Surf1** 和 **Surf2** 定义的范围内的面的局部 x 平面上的有效焦距。
EFLY	Y 方向有效焦距。在主波长上，由 **Surf1** 和 **Surf2** 定义的范围内的面的局部 y 平面上的有效焦距。
EFNO	有效F/#。这个操作数计算由**视场(Field)**定义的视场点上的有效F/#。关于有效焦距的说明见“有效F/#（EffectiveF/#）。”其它的是参数为： **采样(Samp)**：栅格尺寸。值为10将产生的栅格光线。10×10。 **波长(Wave)**：波长编号。 **偏振(Pol？)**：设为0则忽略偏振，1则考虑偏振。 也可参见 RELI。
ENDX	结束运行。终止评价函数的计算，忽略所有剩余的操作数。
ENPP	入瞳位置。以镜头单位为单位的相对第一面的入瞳位置。它是近轴入瞳位

	置，只对有圆心的系统有效。
EPDI	入瞳直径。单位是镜头单位。
ERFP	边缘响应函数的位置。这个操作数计算的是一个点的边缘响应函数达到一个确定的相对值时，此点的x或y的位 置。有关边缘响应函数计算的细节，参见 “几何线性/边缘扩散（Geometric Line/Edge Spread）”。**采样(Sampling)**的值为1代表32×32，2代表64×64等等。**波长(Wave)**是波长编号，0代表多色光。**视场(Field)**是视场序号。**类型(Type)**决定了要返回的数据。如果**Type**是0或1，表示返回的是相对于主光线的x位置（即边缘平行于局部y轴）或y位置（即边缘平行于局部x轴），它们使用镜头单位。如果**Wave**为0，以主波长的主光线作为参考点。如果**Type**是2或3，返回相对于表面顶点的x或y的位置，也使用透镜单位。**百分比(Fraction)**是边缘响应曲率的相对值，而且必须在0.01和0.99之间。**最大半径(Max Radius)** 是积分窗口径向的最大值，它以微米为单位。如果**Max Radius** 为0即为默认值。在大多数情况下建议设定为默认值。 注意，边缘响应函数一般情况下将边缘的“亮”面定义在坐标系的+方向。这意味着当坐标变为正的时，边缘响应变为 1。为了计算反方向边缘响应的结果，即“亮”面在坐标系的负方向，使用值（1-fraction）代替（fraction）。例如，为了得到一个反方向的 80%的边缘响应，使用**Fraction**=0.20。如果使用的是无焦系统，所有的返回值都采用无焦系统的单位。
EQUA	操作数相等运算。该操作数用于约束**操作数 1(Op#1)**和**操作数 2(Op#2)**之间操作数的目标值相等（当目标值为零时）。当该操作数目标值不为零时，则先计算这些操作数的平均值，然后依次计算每个操作数的数值与平均值差值的绝对值，对于绝对值大于目标值的操作数，对这些绝对值进行求和。参见 SUMM 和 OSUM。
ETGT	边缘厚度大于。该边界操作数约束由 Surf 定义的面的边缘厚度大于指定的目标值。如果**代码(code)**是零，边缘厚度沿+y 轴计算；如果代码是 1，沿+X 轴；如果代码是 2，沿-y 轴，如果代码是 3，沿-X 轴。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为 0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为 1 表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。也可参见 MNET。
ETLT	边缘厚度小于。该边界操作数约束由 Surf 定义的面的边缘厚度小于指定的目标值。如果**代码(code)**是 0，边缘厚度沿+y 轴计算；如果代码是 1，沿+X 轴；如果代码是 2，沿-y 轴，如果代码是 3，沿-X 轴。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为 0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为 1 表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。也可参见 MNET。
ETVA	边缘厚度。该边界操作数返回由 Surf 定义的面的边缘厚度。如果**代码(code)**是零，边缘厚度沿+y 轴计算；如果代码是 1，沿+X 轴；如果代码是 2，沿-y 轴，如果代码是 3，沿-X 轴。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为 0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为 1 表示使用的是镜头数据

	编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。这里直径是所选半口径的两倍。也可参见 MNET。
EXPD	出瞳直径。单位是透镜的单位。这是近轴光瞳直径，只对有圆心的系统有效。
EXPP	出瞳位置。相对于像面的出瞳位置，单位是镜头的单位。它是近轴瞳面位置，只对有圆心的系统有效。
FCGS	弧矢场曲。**Wave** 定义的波长上计算任何视场点的场曲值。即使是非旋转对称系统，也能得到合理的数值。参见 “场曲/畸变（Field Curvature/Distortion）”和参见 “Hx，Hy，Px 和 Py”。
FCGT	子午场曲。参见 FCGS。
FCUR	场曲。**Wave** 定义的波长，由 **Surf** 定义的面所产生的场曲，用波数表示。如果 **Surf** 是 0，则表示整个系统所有表面的场曲和。这是由赛德尔系数计算的三阶场曲，对非近轴系统无效。
FDMO	修改视场数据。这个操作数允许对视场位置数据进行暂时修正。它适用于新的视场坐标和任何具有渐晕因子的视场坐标（除了渐晕角不能用这个操作数进行修改）。所有后续操作数都将用到修改过的视场数据。原始的视场数据在下列情况下会被重新采用，当FDRE操作数定义了同一个视场序号，或者遇到了一个CONF操作数（不管操作数CONF是否作为参考的组态序号），或者遇到了评价函数中的最后一个操作数。 视场：需要修改的视场序号。 Hx，Hy：新视场的归一化视场坐标的位置。 VDX，VDY，VCX，VCY：新视场位置的渐晕因子。参见 “渐晕因子（Vignetting factors）”。
FDRE	修复视场数据。 **视场(field):**需要修复的视场编号。 参见 FDMO
FICL	单模光纤的光纤耦合效率。计算出的值是相对于总能力的总的耦合效率。该操作数的参数为： **采样(Samp)**：光瞳采样，其中1表示32×32，2表示64×64依次类推。 **波长(Wave)**：波长编号。 **视场(Field)**：视场编号。 **IgSrc**：如果这个参数为零，，那么靠近物方的光纤就被考虑，否则就被忽略。 **Sna**：源光纤数值孔径(NA)。 **Rna**：接收光纤数值孔径(NA)。 **Data:**用来控制返回值的数据类型和使用的算法。如果Data为0，使用快速算法，并返回耦合的功率。如果Data为1，使用惠更斯算法，返回耦合的功率。如果Data为2或4，使用快速算法，分别返回耦合的振幅的实部或虚部。如果Data为3或5，使用惠更斯算法，此时分别返回耦合的振幅的实部或虚部。 **Pol?**：为0时，忽略偏振；为1时，考虑偏振。 详见 “光纤耦合效率（Fiber Coupling Efficiency）”。也可参见 FICP。

FICP	采用物理光学追迹算法计算光纤耦合效率。使用物理光学传播算法计算的光纤耦合效率，使用当前默认的所有的物理光学光场传播(POP)窗口的设置。参数设置如下： **面(surf)**：此参数用来定义POP计算时的最后一个表面。如果surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面；否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。 **波长(wave)**：此参数用来定义POP计算时的采用的波长。如果wave为0，则使用POP窗口上保存的波长；否则采用指定的波长进行计算。 **数据(Data):**控制返回的数据类型。如果Data为0，返回耦合的总功率。如果Data为1，返回Ex场的耦合振幅。如果Data为2或3，分别返回Ex场的耦合振幅的实部或虚部。如果Data为4，返回Ey场的耦合振幅。如果Data为5或6，分别返回Ey场的耦合振幅的实部或虚部。如果光束为非偏振光，Ey值将为0。 Data输入1-6时，入射光场必须是偏振光，才能进行物理光学光场追迹（POP）；否则，光场的耦合功率的振幅和相位不能用物理光学定义。因此，输入场如果是非偏振光时，data值为0。要使用这个操作数，首先根据需求在POP窗口上进行设置，然后在设置框上按下保存(Save)。操作数FICP将返回与POP计算出的相同的效率值。 **视场(field):** 此参数用来定义POP计算时采用的视场。如果field为0，则使用POP窗口上保存的视场；否则采用指定的视场进行计算。 参见 “计算光纤耦合效率（Computing Fiber Coupling）”。也可参见 FICL。
FOUC	傅科分析。该操作数返回傅科分折功能计算的阴影图与参考阴影图之间的 RMS 差，无论当前的默认设置是什么都使用该操作数。使用该操作数时，首先要定义所要用的傅科分析功能设置，然后按设置框中的**保存(Save)**键。数据选项“difference”必须选中以返回有效的数据。FOUC 操作数将返回计算的阴影图和参考阴影图之间的 RMS 差。使用该操作数，可以优化光学系统的波前差生成参考阴影图。
FREZ	Freeform Z 物体边界条件。这个操作数根据“Freeform Z”中描述的 Freeform Z 物体的形状来计算不同的值。**面(Surf)**是非序列编辑器(NSC)中的面序号，1表示非序列模式。**物体(Object)**是物体的编号，它必须是一个用于这个操作数计算的Freeform Z物体。**数据(Data)**值表示的意义如下： 1：最大z值（注意最小z值总为0）。 2：最大z增量（与相邻z坐标的最大差值）。 3：最小z增量（与相邻z坐标的最小差值）。 4：最小y值。 5：最大y值。 6：最大y增量（与相邻y坐标的最大差值）。 7：最小y增量（与相邻y坐标的最小差值）。 8：物的体积，透镜单位的立方。 9：单调偏离。这是相邻y值的最大偏离量，其符号偏向第一个y值从从0向正z方向变化的符号。 10：最小斜率。

	11： 最大斜率。 当 Data 计算结束，**模式(Mode)**值将决定操作数的返回结果。如果 Mode 为 1，FREZ 操作数直接返回计算结果。如果 Mode 为 2，只有当计算结果小于目标值时操作数返回计算结果，否则将返回目标值。这个方法是用来在计算结果上强加一个“大于”思维边界。如果 Mode 为 3，只有当计算结果大于目标值时返回数据值，否则将返回目标值。这个方法是用来在计算结果上强加一个“小于”边界。
FTGT	全部厚度大于。这个边界操作数约束 **Surf** 面的全部厚度大于指定的目标值。全厚度在顶点和边缘之间沿着径向+y 方向 200 点上计算，包括面的矢高和下一面的矢高。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为 0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为 1 表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。该操作对约束那些中心或边缘没有但在一些中间带有最小或最大厚度的面很有用。参见 FTLT。
FTLT	全部厚度小于。参见 FTGT。
GBPD	近轴高斯光束发散角。在**波长(Wave)**定义的波长上，由**面(Surf)**定义面后的光学空间中的高斯光束（近轴）发散度。其它参数为： **UseX**：如果这个参数非零，那么，沿光束X方向计算，否则，沿y方向。 **W0**：输入束腰，透镜单位。 **S1toW**：面1到束腰位置的距离，透镜单位。 **M2 factor**：高斯光束的M数值的平方； 详见“高斯光束功能”(Gaussian beam feature)。
GBPP	近轴高斯光束束腰位置。近轴高斯光束束腰到光学空间中指定表面的距离。参见 GBPD。
GBPR	近轴高斯光束曲率半径。光学空间中指定表面出射的高斯光束曲率半径。参见 GBPD。
GBPS	近轴高斯光束尺寸。光学空间中指定表面出射的高斯光束尺寸。参见 GBPD。
GBPW	近轴高斯光束束腰。光学空间中指定表面出射的高斯光束束腰。参见 GBPD。
GBPZ	近轴高斯光束瑞利范围。光学空间中指定表面出射的高斯光束瑞利范围。参见 GBPD。
GBSD	倾斜的高斯光束发散角。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束发散角。入射光束沿着**视场(field)**定义的视场的主光线方向，其它参数如下： **In#**：光束计算的起始面。 **Out#**：计算倾斜高斯光束数据的面。 **Wave**：使用的波长编号。 **StoW**：开始面到束腰的距离，透镜单位。 **WO**：输入束腰的尺寸，透镜单位。如果WO是正的，那么计算对y的方向光束的，否则，就是x方向。 倾斜高斯光束功能详见“倾斜高斯光束（Skew Gaussian Beam）”。

GBSP	倾斜高斯光束束腰位置。倾斜高斯光束束腰到光学空间中指定表面的距离。参见 GBSD。
GBSR	倾斜高斯光束曲率半径。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束曲率半径。参见 GBSD。
GBSS	倾斜高斯光束尺寸。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束尺寸。参见 GBSD。
GBSW	倾斜高斯光束束腰。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束束腰。参见 GBSD。
GCOS	玻璃价格。该操作返回**面(Surf)**定义的面的玻璃的相对价格因子，就像在玻璃库中列出的那样。
GENC	几何圈入能量（距离）。该操作数计算到指定圆形圈入，方形圈入，仅X方向，或仅y方向的由**百分比(Frac)**定义的能量分数的距离。对于有焦模式，单位是微米。对无焦模式，单位是无焦模式的单位。其它参数是： **采样(Samp)**：光瞳采样，其中1生成32×32，2生成64×64。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**：视场编号。 **类型(Type)**：1表示圆圈入，2表示只有x方向，3表示只有y方向，4表示方形圈入。 Refp：使用的参考点。用0表示主光线，1表示质心，2表示顶点，3表示点列中心。 **无衍射极限(No Diff Lim)**：如果是0，结果被衍射极限所限定，否则计算的时候不考需要考虑衍射。 也可参见 GENF，DENC，DENF 和 XENC。
GENF	几何圈入能量（分数）。这个操作数计算在给定的从参考点到**距离(Dist)**定义的距离处的几何圈入，方形，仅x方向，或仅y方向能量分数。 位置和设置与 GENC 一样，除了 Dist，它只用作求距离，在该距离处有所要的能量分数。也可参见 GENC，DENC，DENF 和 XENC。
GLCA	元件的X方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面(surf)定义的元件表面的X方向余弦。
GLCB	元件的Y方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面(surf)定义的元件表面的Y方向余弦。
GLCC	元件的Z方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面(surf)定义的元件表面的Z方向余弦。
GLCR	元件的旋转矩阵（全局坐标）。在全局坐标下，面(surf)定义的元件旋转矩阵3 x 3 R有9个参数。如果数值(data)是1，GLCR返回R[1][1]；如果数值(data)是2，GLCR返回R[1][2]；依次类推，如果数值(data)是9，GLCR返回R[3][3]；
GLCX	元件顶点的X坐标（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面顶点的X坐标。
GLCY	元件顶点的Y坐标（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面顶点的Y坐标。

GLCZ	元件顶点的Z坐标（全局坐标）。在全局坐标下，**面(surf)**定义的元件表面顶点的Z坐标。
GMTA	几何MTF值。弧矢和子午的几何MTF的平均值。参数为： **采样(Samp)：**使用高的采样，计算结果更精确，但计算时间却越长。为了保证计算结果有适当的精度，从1开始，增加采样，直至结果变化小于所要求的精度。注意到，良好的优化结果不需要极高的精度，三位有效数字通常就足够了。 **波长(Wave)：**波长编号（用0表示多波长）。 **视场(Field)：**视场编号。 **频率(Freq)：**在MTF单元中的空间频率。（参见“MTF单元”） **！Scl：**如果是零，那么衍射受限将用于缩放结果（推荐），否则不做缩放。 **网格(grid)：**如果Grid为0，一个快速，稀疏的采样方法将用来计算MTF。快速几何MTF算法只能精确计算有适当切趾或没有切趾的圆形或椭圆形光瞳的光学系统。对不是这种情况的系统，将Grid设为1。 GMTA，GMTS和GMTT采用的是快速采样方法，与几何MTF分析功能没有直接的关系。因为只要求一个单一的空间频率，MTF操作数采用的计算方法与分析功能采用的算法是不同的，前者要快得多。为了选择用于几何MTF分析功能的网格算法，将Grid设为1。如果MTF合理（大于5%），以网格为基础的算法通常比默认的算法要慢。但是如果像差很大，网格算法会变快很多，MTF的结果会很低。 如果子午和弧矢方向的MTF都需要计算时，将操作数GMTT和GMTS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。几何MTF尽管是近似的，但通常计算要比衍射MTF快很多， 因此多用于优化。参见“执行优化（Performing an optimization ）”。
GMTN	几何MTF子午和弧矢方向最小值。参见GMTA。
GMTS	弧矢方向的几何MTF值。参见GMTA。
GMTT	子午方向的几何MTF值。参见GMTA。
GMTX	几何MTF子午和弧矢方向最大值。参见GMTA。
GOTO	跳转。跳过GOTO操作数行和**OP#**定义的操作数编号之间的所有操作数。评价函数从OP#行重新开始运行。
GPIM	鬼瞳像。GPIM控制鬼瞳（和任何鬼影）相对于像平面的位置。二次反射形成光瞳的鬼影，如果鬼影在焦平面附近，杂散光将破坏系统的成像质量。这就是镜头对着太阳时观察到的由光瞳引起“太阳耀斑”像形成的原因。该操作数计算任何一个指定的或有可能的次瞳像位置并返回一个从像平面到最近的瞳面鬼影距离的绝对值的倒数。用这种方法定义该操作数是为了通过设置权重，并将目标值设为0，优化以减小鬼瞳像的影响。如果Surfl和Surf2参数被设置成特定的面序号，那么计算的是特定的鬼影路经，如果其中一个或两个Surfl和Surf2的值为-1，则考虑所有可能的面的组合。例如，如果Surfl是12，Surf2是-1，那么所有的第一次反射在第12面，然后是第一次反射在第11，10，9面等等的二次反射均考虑在内，如果这两个数都是负值，考虑所有可能的鬼影。 将Mode从0改到1，该操作数也可用来检测并控制系统所成像的鬼影（它不同于瞳面鬼影），或是将Mode设为2用来控制鬼瞳放大率。

	WFB和WSB栏将列出发现的最坏的组合作为参考和可能进一步分析。只有折射率变化的面才被认为是鬼影的产生者。忽略反射镜的第一次反射。 也可参见GPRT，GPRX，GPRY，GPSX和GPSY。
GPRT	鬼影光线传播。这个操作数计算非偏振光线从物面到像面两次反射的鬼影光路传播情况。**面(Surfl)**和**面(Surf2)**值定义第一和第二面的序号以定义鬼影路径。注意第一反射面的序号必须大于第二面序号。一般使用主波长。 GPRT不会改变视场或孔径，并因此在视场或孔径数据以一种能改变鬼影路径的方法定义时可能返回无意义的结果。在这些情况下不会发生警告。例如，当对视场点使用像高或对系统孔径类型使用像空间F/#时使用GPRT。推荐的方法是使用视场角或物高，使用入瞳直径并将光阑放在第一反射面之前。要详细研究两次反射系统见 “鬼影聚焦发生器（Ghost Focus Generator）”。 参见 “Hx，Hy，Px，和Py”。
GPRX	鬼影实际光线的x坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼影的实际光线在像面上的x坐标。
GPRY	鬼影实际光线的Y坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼影的实际光线在像面上的Y坐标。
GPSX	鬼影近轴光线的x坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼影的近轴光线在像面上的x坐标。
GPSY	鬼影近轴光线的Y坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼影的近轴光线在像面上的Y坐标。
GRMN	梯度折射率的最小折射率。该边界操作数设置在**波长(Wave)**定义的波长下，**面(Surf)**定义的面的梯度折射率最小值。分别计算六个点的折射率：前顶点，前+y最高点，前+x侧面，后顶点，后+y最高点，后+x侧面。也可见InGT,InLT和GRMX。
GRMX	梯度折射率的最大折射率。该边界操作数设置在**波长(Wave)**定义的波长下，**面(Surf)**定义的面的梯度折射率最大值。分别计算六个点的折射率：前顶点，前+y最高点，前+x侧面，后顶点，后+y最高点，后+x侧面。也可见InGT,InLT和GRMN。
GTCE	玻璃热膨胀系数。该操作数返回**面(Surf)**定义的面的玻璃的热膨胀系数Alphal，就像玻璃中列出的那样。对非玻璃面，参见 “TCVA”。
HACG	没有使用。
HHCN	对超半球条件的测试。OpticStudio追迹**波长(Wave)**定义的波长下的光线到面(Surf)定义的面，并计算x，y，z交点坐标。然后，x和y坐标只用于该面的矢高表达式以观察z坐标的结果。如果z坐标不相同，那么HHCN返回1，否则返回0。该操作数可以用于防止优化到用超半球面的结果。 参见“Hx，Hy，Px和Py”。
IMAE	像分析数据。此操作数返回由几何图像分析功能计算的分数效率、质心或rms数据，该操作数使用所有当前默认的设置，除了“Show”设置，它一般用于计算点列图。“面”可用Surf数据域选择，“视场”可以用**Field**数据域选择，“视场尺寸”可以用**FldSz**数据域选择。

	要使用该操作数，首先定义想要的几何像分析功能的设置，然后在设置框中按下**SAVE**项。IMAE操作数将返回像分析功能计算的效率值（归一化到1）。 如果**Surf**为0，将使用由保存的设置来指定平面。如果**Surf**比0大，将在指定平面上计算效率。 如果**Field**为0，将使用由保存的设置来指定视场序号。如果**Field**大于0，将在指定视场中计算效率。 如果**FldSz**为0，将使用由保存的设置来指定视场尺寸。如果**FldSz**大于0，将用指定的视场尺寸计算效率。 如果**data**是0怎返回效率值，如果是1则返回X方向的质心值，如果是2则返回Y方向质心值，如果是3-5则返回X向、Y向、或者径向的RMS值。除了效率值，其他都是系统默认的单位。 如果**Wave**值是0，将使用保存的设置指定波长，如果**Wave**值大于0，则使用指定的波长来计算。 详细讨论参见“使用IMAE操作数优化（Optimizing with the IMAE operand）”。
IMSF	像面。该操作数动态地将某一面设为像面，后续优化操作数将此面看作像面进行优化。新的像面由**面(Surface)**定义。该操作符主要用于中间面优化成像质量。选择面0可将像表面重新恢复至原始表面。 如果**聚焦(Refoucs？)**为0，则指定的面成为新的像面且不能以任何方式修改。如果Refoucs？为1，则在指定面后会有一个虚拟面，并用一个近轴聚焦解将此虚拟面放置在指定面的焦点上。如果中间面尚未聚焦的话，此选项在优化虚焦点像差最为有用。 注意到此操作符只是暂时改变用于估算评价函数的镜头数据的副本，而不会影响原始的镜头数据。当所选取的表面在原始光阑表面之前时要特别注意。此操作符如何执行的信息 “估算中间表面结果（Evaluating results at intermediate surfaces）”。
INDX	折射率。返回在**波长(Wave)**定义的波长上，**面(Surf)**定义的面的折射率。
InGT	第n个点的折射率大于。该边界操作数约束**波长(Wave)**定义的波长下**面(Surf)**定义的表面上六个点的其中一个点的折射率大于指定值。如果n＝1是前端点；n＝2是前+y最高点；n＝3是前+x侧面；n＝4是后端点；n＝5是后+y最高点；n＝6是后+x侧面。在这些情况下，该操作数约束指定点的折射要大于指定的目标值。例如，“I4GT”约束镜片（下一面的端点）后端点的最小折射率。在这些情况下，+y top和+x side距离由数据编辑器中设置的前后表面半口径中较大的值定义，也可见GRMN和GRMX。
InLT	第n个点的折射率小于。该操作数类似于InGT，只不过该操作数约束的是最大值而不是最小值，关于参数“n”的详细描述见InGT。
InVA	第n个点的折射率。该操作数类似于InGT，只不过该操作数约束的是当前折射率值，关于参数“n”的详细描述见InGT。
ISFN	像面F数。该操作数是物体位于无限远时的F数。见WFNO。
ISNA	像方数值孔径。该操作数是定义的共轭面处近轴像空间NA。见ISFN。
LACL	横向色差。对有焦系统，这是**Minw**和**Maxw**定义的两个极限波长下主光线交点之间y方向距离，按透镜单位测量。对于无焦系统，以无焦模式单位

	表示的是**Minw**和**Maxw**定义的两个极限波长下主光线之间的夹角。
LINV	拉格朗日不变量。**Wave**定义的波长下，以镜头单位为单位的系统拉格朗日不变量（Lagrange invariant）。使用近轴边缘光线和近轴主光线的数据来计算该值。
LOGE	Ln对数函数的数值。**Op#**定义的操作数的数值的以e为底的对数函数的数值。假如**Op#**定义的操作数的数值小于或者等于零，则该操作数返回值为0。
LOGT	Lg对数函数的数值。**Op#**定义的操作数的数值的以10为底的对数函数的数值。假如**Op#**定义的操作数的数值小于或者等于零，则该操作数返回值为0。
LONA	轴向像差。对有焦系统按透镜单位测量，对无焦系统按屈光度测量。这是从当前**Wave**定义波长下的像到光瞳**Zone**定义的像面的离焦量。如果**Zone**为零，使用近轴光线确定近轴像面的位置。如果**Zone**大于0.0且小于或等于1.0，实际的边缘光线用于确定像面的位置。在这种情况下，**Zone**对应着真实边缘光线的Py坐标。参见AXCL。
LPTD	该边界操作数通过改变渐变渐变折射率指数来约束**面(surf)**定义的表面上轴向梯度折射率剖面的斜率。参见“使用梯度折射率操作数”(“Using gradient index operands”)。
MAXX	最大值。**Op#1**定义的第一个操作数到**Op#2**定义的第二个操作数之间所有操作数数值最大值。参见MINN。
MCOG	多重结构操作数大于指定的数值。它用于约束多重组态编辑器中操作数大于指定数值。其中，**操作数(OP#)**定义使用哪个多重组态操作数，**组态(Cfg#)**定义使用哪个组态。
MCOL	多重结构操作数小于指定的数值。它用于约束多重组态编辑器中操作数小于指定数值。其中，**操作数(OP#)**定义使用哪个多重组态操作数，**组态(Cfg#)**定义使用哪个组态。
MCOV	多重结构操作数的数值。它用于约束多重组态编辑器中操作数的数值。其中，**操作数(OP#)**定义使用哪个多重组态操作数，**组态(Cfg#)**定义使用哪个组态。
MECA	Moore-Elliot Contrast，弧矢和子午的平均值。这个操作数用Moore-Elliot Contrast方法计算某一特定频率的MTF值，参见“Moore-Elliot Contrast优化方法”。参数为： **波长(Wave)**：波长编号。 **视场(Field)**：视场编号。 **频率(Freq)**：在MTF单元中的空间频率，对于有焦系统它的单位为线对/毫米，对于无焦系统其单位为线对/(无焦系统单位)。（参见 “无焦模式单元(Afocal Mode Units)”）。参见” Hx, Hy, Px, and Py”。
MECS	弧矢方向Moore-Elliot Contrast，详见MECA。
MECT	子午方向Moore-Elliot Contrast，详见MECA。
MINN	最小值。**Op#1**定义的第一个操作数到**Op#2**定义的第二个操作数之间所有

	操作数数值最小值。参见MAXX。
MNAB	最小阿贝数。该边界操作数约束**面1(Surf1)**到**面2(Surf2)**面之间所有面的阿贝数大于指定的目标值。也可参见MXAB。该操作数可同时控制多个面。
MNCA	空气的最小中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型为空气的面的中央厚度要大于指定的目标值。也可参见MNCT和MNCG。该操作数可以同时控制多个面。
MNCG	玻璃的最小中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的中央厚度要大于指定的目标值。也可参见MNCT和MNCA。该操作数可以同时控制多个面。
MNCT	最小中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个空气的面的中央厚度要大于指定的目标值。也可参见MNCG和MNCA。该操作数可以同时控制多个面。
MNCV	最小曲率。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每一个曲率都要大于指定的目标值。也可参见MXCV。该操作数可以同时控制多个面。
MNDT	最小的直径厚度比。控制面的直径与中央厚度比值的最小允许值。只考虑两边折射率不同面。也可参见MXDT。该操作数可以同时控制多个面。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNEA	空气中的最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型为空气（即没有玻璃）的面的边缘厚度要大于指定的目标值。也可参见MNET，MNEG，ETGT和XNEA。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEA。 **区域(Zone)**，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNEG	玻璃的最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的边缘厚度要大于指定的目标值。也可参见MNET，MNEA，ETGT和XNEA。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEG。 **区域(Zone)**，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNET	最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个面的边缘厚度要大于指定的目标值。也可参见MNEA，MNEG，ETGT和XNEA。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEG。 **区域(Zone)**，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默

	认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MNIN	D光最小折射率。该边界操作数约束**面1(Surf1)**到**面2(Surf2)**面之间所有面的Nd值大于指定的目标值。也可参见MXIN。该操作数可同时控制多个面。
MNPD	最小的**部分色散(ΔPg, F)**。该边界操作数约束**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**间各面的部分色散偏差要大于指定的目标值。也可见MXPD。该操作可同时控制多个面。
MNRE	实际光线最小出射角度。此操作数用于约束多个表面的最小出射角度。从**面1(surf1)**到**面2(surf2)**定义的表面上的出射角度是实际光线与表面法线的夹角。实际光线的波长由**波长（wave）**定义，0表示使用的是主波长。需要注意的是，初涉角度一定是正值。参见MXRE，MNRI，MXRI。参见"Hx, Hy, Px, and Py"。
MNRI	实际光线最小入射角度。此操作数用于约束多个表面的最小出射角度。从**面1(surf1)**到**面2(surf2)**定义的表面上的出射角度是实际光线与表面法线的夹角。实际光线的波长由**波长（wave）**定义，0表示使用的是主波长。需要注意的是，初涉角度一定是正值。参见MXRE，MNRI，MXRI。参见"Hx, Hy, Px, and Py"。
MNSD	最小有效通光半口径。约束**Surf1**和**Surf2**面之间有效通光半口径大于指定的目标值。这个操作数可同时控制多个面。
MSWA	调制方波传递函数，弧矢和子午的平均值。详见MTFA。
MSWN	调制方波传递函数子午和弧矢方向最小值。详见MTFA。
MSWX	调制方波传递函数子午和弧矢方向最大值。详见MTFA。
MTFA	衍射调制传递函数，弧矢和子午的平均值。参数如下： **采样(Samp)：**使用高的采样，计算结果更精确，但计算时间却越长。为了保证计算结果有适当的 精度，从1开始，增加采样，直至结果变化小于所要求的精度。注意，好的优化结果不需要极高的精度，三位有效数字一般就可以了。共有两种算法可以用来计算MTF。如果Grid为0（推荐），一个快速，稀疏采样积分法将用来计算MTF。GMTA，GMTS和GMTT采用的是快速采样方法，与几何MTF分析功能没有直接的关系。因为只要求一个单一的空间频率，MTF操作数采用的计算方法与分析功能采用的算法是不同的，前者要快得多。 为了选择用于几何MTF分析功能的网格算法，**网格(grid)：**将Grid设为1。如果MTF合理（大于5%），以网格为基础的算法通常比默认的算法要慢。但是如果像差很大，网格算法会变快很多，MTF的结果会很低。 **波长(Wave)：**使用的波长序号（用0表示多波长）。 **视场(Field)：** 视场编号。 **频率(Freq)：**MTF单元中的空间频率（参见 "MTF单元"）。如果精确计算MTF时，采样设置过低，MTF操作数将返回0。 如果弧矢和子午方向的MTF都需要计算时，将操作数MTFT和MTFS放在

	邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。参见第498页的“执行优化（Performing an optimization）”。 **数据类型(Data Type)**：指定要返回的数据，如下所示： 0：调幅； 1：实部； 2：虚部； 3：相位； 此参数仅适用于MTFA，MTFT,MTFS操作数（不能等效用于方波操作数）。
MTFN	调制传递函数子午和弧矢最小值。详见MTFA。
MTFX	调制传递函数子午和弧矢最大值。详见MTFA。
MTFS	弧矢衍射调制传递函数，详见MTFA。
MTFT	子午衍射调制传递函数。详见MTFA。
MTHA	惠更斯调制传递函数。弧矢和子午的平均值。这个操作数使用惠更斯方法来计算衍射MTF（参见 “惠更斯MTF（Huygens MTF”）。参数如下： **采样(Samp)**： 光瞳采样，其中1生成32 x 32，2 生成64 x 64 等。假设光瞳和像面的采样是相同的。 **波长(Wave)**：使用的波长序号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**：视场编号。 **频率(Freq)**：MTF单元中的空间频率（参见 “MTF单元”）。如果精确计算MTF时，采样设置过低，操作数MTF将返回0。 **偏振(Pol?):**设为0时，忽略偏振；设为1时，考虑偏振。 **是否所有结构(All Conf?)**：设为0时，使用当前组态（由这个操作数之前的的最后一个CONF操作数定义）；设为1时，为所有组态和。有关这个选项的详细讨论参见 “惠更斯MTF（Huygens MTF）” **像面采样间距(Ima Delta)**：用于计算的以微米为单位的图像增量。如果为0，采用默认的像增量 。 如果弧矢和子午的MTF都需要计算时，将操作数MTFT和MTFS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。参见第 “执行优化（Performing an optimization）”。
MTHN	惠更斯调制传递函数子午和弧矢最小值，详见MTHA。
MTHX	惠更斯调制传递函数子午和弧矢最大值，详见MTHA。
MTHS	弧矢惠更斯调制传递函数，详见MTHA。
MTHT	子午惠更斯调制传递函数，详见MTHA。
MXAB	最大阿贝数。该边界操作数约束**面1(Surf1)**到**面2(Surf2)**面之间所有面的阿贝数小于指定的目标值。也可参见MNAB。该操作数可同时控制多个面。
MXCA	空气的最大中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型为空气的面的中央厚度要小于指定的目标值。也可参见MXCT和MXCG。该操作数可以同时控制多个面。
MXCG	玻璃的最大中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的中央厚度要小于指定的目标值。也可参见MXCT和MXCA。该操作数可以同时控制多个面。

MXCV	最大曲率。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每一个曲率都要小于指定的目标值。也可参见MNCV。该操作数可以同时控制多个面。
MXDT	最大的直径厚度比。控制面的直径与中央厚度比值的最大允许值。只考虑两边折射率不同的面。也可参见MXDT。该操作数可以同时控制多个面。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MXEA	空气的最大边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型为空气（即没有玻璃）的面的边缘厚度要小于指定的目标值。也可参见MXET，MXEG，ETLT和XXEA。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXEA。 **区域(Zone)**，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。**Zone**为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MXEG	玻璃的最大边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的边缘厚度要小于指定的目标值。也可参见MXET，MXEA，ETLT和XXEG。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXEG。 **区域(Zone)**，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MXET	玻璃的最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个面的边缘厚度要小于指定的目标值。也可参见MXET，MXEA，ETLT和XXET。该操作数可以同时控制多个面。该约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXET。 **区域(Zone)**，如果是非零值，缩放计算该处的厚度。Zone为0.5的话将计算0.5乘以半口径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械孔径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
MXIN	D光最大折射率。该边界操作数约束**面1(Surf1)**到**面2(Surf2)**面之间所有面的Nd值小于指定的目标值。也可参见MNIN。该操作数可同时控制多个面。
MXPD	最小的**部分色散(ΔPg, F)**。该边界操作数约束**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**间各面的部分色散偏差要大于指定的目标值。也可见MXPD。该操作可同时控制多个面。
MXRE	实际光线最大出射角度。此操作数用于约束多个表面的最小出射角度。从**面1(surf1)**到**面2(surf2)**定义的表面上的出射角度是实际光线与表面法线的夹角。实际光线的波长由**波长（wave）**定义，0表示使用的是主波长。

	需要注意的是，初涉角度一定是正值。参见MXRE，MNRI，MXRI。参见"Hx, Hy, Px, and Py"。
MXRI	实际光线最大入射角度。此操作数用于约束多个表面的最小出射角度。从**面1(surf1)**到**面2(surf2)**定义的表面上的出射角度是实际光线与表面法线的夹角。实际光线的波长由**波长（wave）**定义，0表示使用的是主波长。需要注意的是，初涉角度一定是正值。参见MXRE，MNRI，MXRI。参见"Hx, Hy, Px, and Py"。
MXSD	最大有效通光半口径。约束**Surf1**和**Surf2**之间有效通光半口径小于指定的目标值。这个操作数可同时控制多个面。
NORD	法线到下一表面的距离。这个操作数计算**Surf**定义的面上由X和Y定义的坐标上面法线向量，然后返回沿着法线方向到达下一表面的距离。
NORX	法线向量x分量。这个操作数返回**Surf**定义的面上由X和Y定义的坐标上面法线向量x分量。如果**全局(Global)**为0，向量位于面的局部坐标中，如果Global为1，向量位于全局坐标中。
NORY	法线向量Y分量。这个操作数返回Surf定义的面上由X和Y定义的坐标上面法线向量Y分量。如果**全局(Global)**为0，向量位于面的局部坐标中，如果Global为1，向量位于全局坐标中。
NORZ	法线向量Z分量。这个操作数返回Surf定义的面上由X和Y定义的坐标上面法线向量Z分量。如果**全局(Global)**为0，向量位于面的局部坐标中，如果Global为1，向量位于全局坐标中。
NPGT	非序列参数大于。**面(Surf)**定义非序列编辑器（一般在NSC系统中为1）中的面序号。**物体(Object)**定义非序列编辑器中物体序号。**参数(Param)**定义数参编号。
NPLT	非序列参数大于。参见NPGT。
NPVA	非序列参数数值。参见NPGT。
NPXG	非序列物体位置的x坐标大于。**面(Surf)**定义非序列组（NSC）的面序号（一般在NSC系统中为1），**物体(Object**定义NSC组中的物体序号。 如果**"Ref"?**是0，坐标就相对于参考物体。 如果**"Ref"?**是1，坐标就相对于初始NSC坐标系统或入瞳。 如果**"Ref"?**是2，坐标就相对于全局坐标参考面。
NPXL	非序列物体位置的x坐标小于。参见NPXG。
NPXV	非序列物体位置的x坐标。参见NPXG。
NPYG	非序列物体位置的y坐标大于。参见NPXG。
NPYL	非序列物体位置的y坐标小于。参见NPXG。
NPYV	非序列物体位置的y坐标。参见NPXG。
NPZG	非序列物体位置的z坐标大于。参见NPXG。
NPZL	非序列物体位置的z坐标小于。参见NPXG。
NPZV	非序列物体位置的y坐标。参见NPXG。
NSDC	非序列相干强度数据。**面(Surf)**定义非序列组（一般在NSC系统中为1）的面序号。**探测器(Det#)**是指所需探测器的编号。 如果**像素(Pix#)**是一个正整数，那么就从指定的像素上返回数据。如果

	Pix#是0，那么返回该探测器的所有像素的数据总和。 **数据(Data)**为0代表实部，1代表虚部，2代表振幅度，3代表相干强度。详见“非序列模式中光源与探测器的优化（Optimizing With sources and detectors in non-sequential mode）”。
NSDD	非序列非相干强度数据。**面(Surf)**定义非序列组（一般在NSC系统中为1）的面序号。**Det#**是指所需探测器的编号。如果**Det#**是零，那么所有的探测器被清空。如果**Det#**小于0，那么Det#的绝对值所定义的探测器被清空。值得注意的是，NSDD操作数清空探测器数据时，必须优先于其它NSDD操作数。 对于矩形探测器，面探测器以及所有的面元探测器来说，如果Pix#是一个正整数，那么返回值就是指定像素上的数值。否则，不同的Pix#值，将对应不同类型的返回值，如下说明： 0：**数据(Data)**为0、1、或2分别指位置空间的光通量，位置空间通量/面积，通量/立体角。 -1：通量或通量/面积的最大值。 -2：通量或通量/面积的最小值。 -3：到达探测器的光线数目。 -4：所有非零像素数据的标准差（RMS）。 -5：所有非零像素数据的平均值。 -6，-7，-8：分别代表x,y或z的位置坐标或角辐射度或中心强度。 -9，-10，-11，-12,-13：RMS半径，x，y，z或者xy方向到所有像素数据参考质心的距离或者角度。这些指的是二阶矩：r^2, x^2, y^2, z^2, and xy。 **Data**为0表示光通量，1表示通量/面积，2表示通量/像素的立体角，3表示归一化的通量。面探测器只支持0和1（代表通量和通量/面积）。只有**Pix#**为正数时，data才能为3，这种情况的返回值是该像素相对于整个探测器最大通量的归一化数值。Data为3一般只作为NSC位图函数优化的一部分使用，参见“NSC位图优化函数”（“NSC Bitmap Merit Function Tool”）。 仅对矩形探测器来说：如果**Pix#**不是正整数，则大量的边缘像素可以被忽略，如果需要的话。如果赋予**# Ignored**数值的话，则大量的边缘像素将会被忽略，探测器上用于计算的像素将会沿着边缘减少。 对于立体探测器，**像素(Pix#)**表示像素在立方体内的序号。对于Data值为0、1或2，返回的值分别为入射通量，吸收通量，吸收通量每单位体积。如果**Pix#**是零，返回值是所有像素数据的和。 对于颜色探测器，用NSDE代替。对于角探测器，用NSDP代替。
NSDE	非序列颜色探测器。**面(Surf)**定义非序列组（一般在NSC系统中为1）的面序号。**Det#**是指所需探测器的编号。如果**Det#**是零，那么所有的探测器被清空。如果**Det#**小于0，那么Det#的绝对值所定义的探测器被清空。如果**Pix#**是一个正整数，那么返回值就是指定像素上的数值。否则，不同的Pix#值，将对应不同类型的返回值，如下说明： 0：探测器上所有像素数据之和。 对色度坐标，这是探测器上所有像素的平均值，是一个非零的光通量值。如果**Pix#** 为0，下面描述的面积值是整个探测器的面积，以分析单位为单位测量得到的位置空间数据，或者是以球面度为单位测量得到的角空间数据。

	-1：最大数据。 -2：最小数据。 -3：到达探测器的光线数目。 **角度(Angle?):** 为0时是位置空间数据，为1时是角空间数据。 **Data**是一个整数，用来定义要返回的数据类型。定义如下： 1： 能量以<sprefix>瓦特为单位，这里<sprefit>是光源单位前缀。 2： 能量/面积以<aprefix>瓦特/<area>为单位，这里<aprefix> 是分析单位的前缀。如果Angle？是0，<area>是分析单位的面积，如果Angle？是1，<area>是以球面度为单位的立体角。 3：能量以<sprefix> 流明为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 4：能量/面积以<aprefix>流明/<area>为单位，这里<aprefix> 是分析单位的前缀。如果Angle？是0，<area>是分析单位的面积，如果Angle？是1，<area>是以球面度为单位的立体角。 5/6：CIE 1931色度坐标x/y。 7/8： CIE 1976 色度坐标u′/v′。 9/10/11： CIE 1931 以流明/<area>.为单位的三刺激X，Y，Z的值。如果 **Angle?** 为0 ， <area> 是分析单位的面积。如果**Angle?** 为1 ，那么<area>就是以球面度为单位的立体角。 12/13：显色指数（CRI）和相关色温（CCT），后者的单位是开尔文（K）。只有当“记录光谱数据”（“Record Spectral Data”）开启后，才能返回相应的数值（仅适用于OpticStudio-Premium），并且还要求**Pix#**和**Angle?**的值均为0。返回值是基于整个探测器上不同波长的光通量。 14/15/16：归一化的CIE193三刺激值X/Y/Z的数值。于9/10/11的返回值类似，但是此时返回的是相对于优化编辑器中后续相邻的所有定义相同探测器的NSDE操作数三刺激值中y值的峰值的归一化结果。一般只作为NSC位图函数优化的一部分使用，参见“NSC位图优化函数”（“NSC Bitmap Merit Function Tool”）。 并且仅当**Pix#**为正整数，**Angle?**是零时才有效。 17/18/19/20：分别表示在特定的光谱库（spectral bin）中质心X、Y和均方根半径（RMS），X,Y值。指定光谱库可参见对**波长**列（**Wavelength** Column）的描述。定义光谱库可参见Detector Settings in Type section of the Object Properties。 **波长（Wavelength）**指定使用哪个光谱库计算质心X/Y和均方根半径/X/Y。如果**波长（Wavelength）**的数值在光谱库范围内，则将会选择库的数值用于计算。光谱库的详细描述可参见“记录光谱数据”（Record Spectral Data）。 如果**Pix#**不是正整数，则大量的边缘像素可以被忽略，如果需要的话。如果赋予**# Ignored**数值的话，则大量的边缘像素将会被忽略，探测器上用于计算的像素将会沿着边缘减少。例如，一个X向100个像素、Y向200个像素的探测器，如果**# Ignored**是2，则将会基于探测器的X向96个像素，Y向196个像素进行计算，探测器上、下、左、右边缘两个像素将会被忽略。 当**Pix #** = -3，和显色指数（CRT），相关色温（CCT）分别对应data为12和data为13时，**# Ignored**不影响计算。（当**# Ignored**为正整数

	时，同样不影响计算）。 如果光源单位为焦耳，那么data 1 和data 2的单位也是焦耳，而data 3和data4的单位为talbots。参见“单位（Units）”。也可参见NSDD和NSDE。
NSDP	非序列极坐标探测器。Surf定义非序列组（一般在NSC系统中为1）的面序号。Det#是指所需探测器的物体编号。如果Det#是零，那么所有的探测器被清掉。如果Det#小于0，那么只是由Det#的绝对值所定义的探测器被清掉。 如果Pix#是一个大于0的正整数，那么返回值是指定像素上的数据。否则，将会根据Pix#值的不同返回不同的数值： 0:探测器上所有像素数据的总和。对色度坐标，这是探测器上所有像素的平均值，是一个非零的光通量值。 -1：最大数据。 -2：最小数据。 -3：达探测器的光线数目。 -4：光场分布相对于0度的径向均方根半径，以角度为单位。如果为Pix#-4，则data的有效输入为1或者3，输入其它数值返回值都为0. **Data**是一个整数代码，它决定了要返回的数据类型，定义如下： 1：能量以<sprefix>瓦特为单位，这里<sprefit>是光源单位前缀。 2：能量/空间角度以< sprefix >瓦特/球面度（steradian），这里< sprefix > 是光源单位的前缀。 3：能量以<sprefix> 流明为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 4：能量/空间角度以< sprefix >流明/球面度（steradian），这里< sprefix > 是光源单位的前缀。 5/6： CIE 1931色度坐标x/y。 7/8： CIE 1976 色度坐标u′/v′。 9/10/11： CIE 1931 以流明/球面度为单位的三刺激X,Y,Z的值。 如果光源单位为焦耳，那么data 1 和data 2的单位也是焦耳，而data 3和data4的单位为talbots。参见“单位（Units）“。也可参见NSDD和NSDE。
NSLT	非序列光线追迹（lightning trance）。该操作数追迹由光线追迹分析定义的大量光线。**Surf**是非序列面的面序号。Src#是用来光线追迹的光源的物体序号。如果Src#是0，则追迹所有光源发出的光线。**Ray Samp**定义光线采样数量：0=low（1X），1=4X，2=16X，3=64X，4=256X，5=1024X。Edge Samp 定义的采样用于解决物体边缘的光线，与Ray Samp的输入有相同的定义（但仅输入从0到4）。 RT?定义是否需要追迹大量的光线（当RT?=0），或者定义是否需要追迹所有的分析光线都要被传统光线追迹（RT?=1）。当RT?=1，此操作数将会关闭偏振、分光、散射，追迹方式与NSTR类似。操作数NSDC，NSDD，NSDE，或者NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须在NSLT操作数之前。也可参见NSTR。详细信息参见“光线追迹控制”（“The LightningTrace Control”）。也可参见NSTR。
NSRA	非序列单根光线追迹。**Src#**指目标光源的序号。此光源必须被定义为

	单根光线追迹。如果**Splt?** 不为零，则分光追迹是开启的。如果**Pol?** 非零那么就使用偏振光追迹，如果分光追迹开启则偏振项目会自动被选中。 对于该功能散射选项通常是关闭的，因为散射的子光线是随机的，并不适合优化。 光线追迹过程中是否出错选项在计算过程在往往是考虑的。 如果追迹相同光线的多个NSRA操作数在评价函数编辑器中相邻，为了提高追迹效率，优化时只追迹一次。 **Seg#**指的是包含返回值的光线区段的编号。用-1代表最后一个区段。 **Data**是指特定区段的数据类型。 使用**Data**1-9分别表示x坐标，y坐标，还有z坐标，x-余弦，y-余弦，z-余弦，x-法线分量，y法线分量，z-法线分量。这些数值都是相对于系统入口，参见下方的31-39。 使用Data10-15分别表示轨迹（path-to），强度（intensity），…的相位（phase of），在何处的相位（phase at），折射率（index），初始相位（starting phase）。值得注意的是，在何处的相位phase at其值不是2pi模的大小，与ZRD文件的情况类似。使用Data16-17分别表示从光源到指定部分结束的光线轨迹总和，或光程，以透镜单位为单位。这些值不包括衍射面的相位。 使用**Data**21-26分别表示EX实部，EX虚部，Ey虚部，Ez实部，Ez虚部。如果返回实部和虚部数据，必须开启偏振。 使用**Data**27-29分别表示Ex和Ey的相位和Ex、Ey的相位差。如果返回相位值，必须开启偏振。 使用**Data**31-39表示坐标数据，由Data1-9定义转化到相对于全局坐标参考面。 **Source#**指当光源为阵列的形式时，所用的元件序号。有关序号分类表可以参见“光源（sources）”物体性能的设置。 这些数据项的更多信息见“光线数据库文件（Ray database files）”。
NSRD	非序列光线数据库。**“ZRD file”**定义要保存的的ZRD文件名。（最多140个字符）如果**“ZRD format”**设置为一个正整数，它定义了ZRD文件的格式：0表示未压缩的数据；1表示压缩了基本数据；2表示压缩了全部数据。如果**“ZRD format”**设置为-1，则后续的NSTR操作数将不创建NSTR文件。在优化编辑器中，此操作数必须先于NSTR操作数。
NSRM	非序列旋转矩阵。**面(Surf)**定义非序列组（一般在非序列(NSC)系统中为1）所在的面序号。**物体(Object)** 定义非序列组中的物体序号。 如果 **Ref?** 为0，坐标是相对参考物体而言的。当使用这个参考时，旋转矩阵总是单位矩阵。 如果 **Ref?** 为1，坐标是相对NSC坐标系的原点或者入瞳。 如果 **Ref?**为2，坐标是相对全局坐标参考面而言的。 3 x 3的R矩阵有9个数据组成。如果**数据(Data)**为1，NSRM返回R[1][1]；如果Data为2，NSRM返回R[1][2]，等等，直到Data为9，返回R[3][3]。
NSRW	非序列中道路照明数据。**Data**指定要返回的道路照明的数据类型。0表示平均亮度；1表示亮度均匀性；2表示亮度纵向亮度；3表示阈值增量；4环绕比例；5表示平均照度；6表示最小照度；7表示水平方向照度的均匀

	性；**# Lanes**， **Lane Width**，**Spacing**和**Offset**都是用来定义道路照明分析用的。**Arrange**定义灯具沿着道路的排列。0表示单向，1表示双向，2表示交错。**Surf. Class**定义路面分类。0表示R1，1表示R2，2表示R3，3表示R4。详细信息参见“道路照明”（Roadway Lighting）。 特定设置的第一个NSRW操作数必须紧接着一个NSTW操作数，以便计算。具有相同设置（data除外）的NSRW操作数必须放在相邻行。这些后续操作数将简单地返回由第一个NSRW操作数缓存的数据。此操作数旨在用作NSC道路照明功能工具的一部分。详细信息参见“非序列道路照明优化函数工具”（“NSC Roadway Merit Function Tool”）。
NSST	非序列单条光线追迹。这个操作数在系统中追迹单条序列模式下的光线至任意指定的非序列面，然后返回光线在非序列面上的不同数据。**Surf** 是非序列面序号。**Wave** 是波长序号。有关**Hx**， **Hy**， **Px**， and **Py**的定义，参见 “Hx， Hy， Px，and Py”。**Data**决定NSST要计算和返回的数据类型，说明如下： 0， 1， 2：光线和物体交点处的x，y，z坐标。 3， 4，5：光线从表面反射或折射后的x，y，z方向余弦。 6， 7，8：光线到光线与物体交点处的x，y，z方向余弦。 9，10， 11：光线与物体交点处表面的法线。 12： 光线到达的物体的面序号。 **Object** 用来指定所需要的数据是哪个物体的。 在一般情况下，一条光线可能多次到达同一个物体。默认情况下，NSST返回光线在指定物体上的最后一个交点的数据。要选择一个指定的交点，在每次光线到达物体时在Data值上加上1000。例如，光线第三次到达物体时，光线的y坐标值，用3001作为Data的值。如果光线没有到达物体，或到达物体的次数不是指定的次数，此时操作数将返回0，但是不会有警告或错误信息的提示。 所有的坐标和余弦值参考非序列面的坐标系。操作数NSDC，NSDD，NSDE，或者NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须在NSST操作数之前。也可参见NSTR。
NSTR	非序列追迹。**Src#**是指目标光源的物体序号。如果**Src#**是0，将对所有的光源进行追迹。如果**Splt?** 不为零，则分光是开启的。如果**Scat?**不为0，那么散射就开启。如果**Pol?** 不为0则偏振光追迹是开启的。如果使用分光，偏振光追迹自动选中。如果**IgEr**不为0，将忽略误差。详见 “非序列模式中光源与探测器的优化（Optimizing With sources and detedtors in non-sequential mode）”。操作数NSDC，NSDD，NSDE，或者NSDP的**Det#**参数设置为0时，这些操作数必须在NSST操作数之前。也可参见NSST。
NSTW	非序列道路照明光线追迹。该操作数仅用于非序列道明照明优化函数，并且与NSRW操作数一起用于道路照明优化。如果**Splt?** 不为零，则分光是开启的。如果**Scat?**不为0，那么散射就开启。如果**Pol?** 不为0则偏振光追迹是开启的。如果使用分光，偏振光追迹自动选中。如果**IgEr**不为0，将忽略误差。Origin是原始对象的行数，MH是计算中使用的安装高度。 详细信息参见“道路照明”（Roadway Lighting）。

	NSTW操作数必须紧接着一个NSRW操作数，以便计算。此操作数旨在用作NSC道路照明功能工具的一部分。详细信息参见“非序列道路照明优化函数工具”（“NSC Roadway Merit Function Tool”）。
NTXG	非序列物体与x轴夹角大于。参见NPXG。
NTXL	非序列物体与x轴夹角小于。参见NPXG。
NTXV	非序列物体与x轴夹角。参见NPXG
NTYG	非序列物体与Y轴夹角大于。参见NPXG。
NTYL	非序列物体与Y轴夹角小于。参见NPXG。
NTYV	序列物体与Y轴夹角。参见NPXG
NTZG	非序列物体与Z轴夹角大于。参见NPXG。
NTZL	非序列物体与Z轴夹角小于。参见NPXG。
NTZV	非序列物体与Z轴夹角。参见NPXG。
OBSN	物方孔径角。 它只针对物体在有限远的系统，并且是指轴上主波长下的物方数值孔径角。
OOFF	同BLNK操作数。
OPDC	相对主光线光程差。**Wave**定义的波长下，光线相对主光线的光程差，用波数表示。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
OPDM	光程差。**Wave**定义的波长下，相对于整个光瞳上光程差平均值的光程差。OPDM和TRAC有相同的约束条件，详细的讨论见TRAC。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
OPDX	光程差。**Wave**定义的波长下，相对于整个去除倾斜的光瞳上光程差平均值的光程差。OPDX和TRAC有相同的约束条件，详见TRAC。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
OPGT	操作数数值大于。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值大于该操作数的目标值。
OPLT	操作数数值小于。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值小于该操作数的目标值。
OPVA	操作数数值。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值。
OPTH	光程。它是**波长(Wave)**定义的波长下，指定光线到达**表面(Surf)**定义的面的距离，以镜头单位为单位。距离是从有限共轭物体开始测量的，否则该距离参考第一个面。光程取决于介质的折射率以及附加面诸如光栅和二元光学组件的相位。见PLEN。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
OSCD	正弦差。在Wave定义的波长下，正弦差（OSC）有两种定义。第一种定义如Welford，Aberrations of optical Systems书中所描述（在OpticStudio入门>教程>下一步是什么？的“镜头设计参考（REFERENCES ON LENS DESIGN）”中）。该定义用于Zone为0时。另一定义则是Rolannd Shack教授提出的， 支持OSC作为光瞳函数的计算，并只使用真实光线。如果Zone不为零，就使用这个定义。在这种情况下，Zone对应实际边缘光线的Py坐标。当Zone对应这两种定义都是1.0时，两种定义方法对带有适当F/#和像

	差的系统会给出相似的结果。这个操作符对非轴对称系统没有意义。
OSUM	求和运算。**Op#1**定义的第一个操作数到**Op#2**定义的第二个操作数之间所有操作数数值相加。参见SUMM。
PANA	近轴光学表面法线X方向向量。**波长(Wave)**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的x方向方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**面(Surf)**定义的面交点处该面法向量的x分量。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
PANB	近轴光学表面法线Y方向方向向量。**波长(Wave)**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的Y方向方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**面(Surf)**定义的面交点处该面法向量的Y分量。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
PANC	近轴光学表面法线Z方向方向向量。**波长(Wave)**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的Z方向方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**面(Surf)**定义的面交点处该面法向量的Z分量。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
PARA	近轴光线X方向方向余弦。**波长(Wave)**定义的波长下，光线从**面(Surf)**定义的面折射后，近轴光线x方向的方向余弦。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARB	近轴光线Y方向方向余弦。**波长(Wave)**定义的波长下，光线从**面(Surf)**定义的面折射后，近轴光线Y方向的方向余弦。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARC	近轴光线Z方向方向余弦。**波长(Wave)**定义的波长下，光线从**面(Surf)**定义的面折射后，近轴光线Z方向的方向余弦。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARR	近轴光线径向坐标。**波长(Wave)**定义的波长下，在**面(Surf)**定义的面上近轴光线的径向坐标，以镜头单位为单位。它是在局部坐标系中，从局部光轴到指定近轴光线与Surf定义的面交点处的径向距离。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARX	近轴光线X坐标。**波长(Wave)**定义的波长下，在**面(Surf)**定义的面上近轴光线的X坐标，以镜头单位为单位。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARY	近轴光线Y坐标。**波长(Wave)**定义的波长下，在**面(Surf)**定义的面上近轴光线的Y坐标，以镜头单位为单位。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PARZ	近轴光线Z坐标。**波长(Wave)**定义的波长下，在**面(Surf)**定义的面上近轴光线的Z坐标，以镜头单位为单位。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PATX	近轴光线X方向的正切。它是**波长(Wave)**定义的波长下，近轴光线在**面(Surf)**定义的面折射后，在X-Z平面上形成的角的正切。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PATY	近轴光线Y方向的正切。它是**波长(Wave)**定义的波长下，近轴光线在**面**

	(Surf)定义的面折射后，在Y-Z平面上形成的角的正切。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
PETC	匹兹伐尔（Petzval）曲率。在**Wave**定义的波长下Petzval曲率，透镜单位倒数。对非近轴系统无效。
PETZ	匹兹伐尔（Petzval）半径。在**Wave**定义的波长下Petzval曲率，透镜单位倒数。对非近轴系统无效。
PIMH	近轴像高。在**Wave**定义的波长下，近轴像平面上近轴像高。对非近轴系统无效。
PLEN	光程。该操作数计算指定光线在**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**面之间的总光程（包括折射面和相位面），一般在主波长下追迹。PLEN本质上是两个OPTH操作数之差。参见OPTH。 参见 “Hx，Hy，px和py”。
PMAG	近轴放大率。 它是**Wave**定义的波长下，近轴像平面上的近轴主光线高度与物高的比值，只对物体在有限远的系统有效。注意，如果系统不是聚焦在近轴交点也按照近轴像平面来计算。
PMGT	参数大于。该边界操作数约束Surf定义的面的**参数(Param)**定义的参量值要大于目标值。不同的面型这些参量有不同的意义。这些参量值的描述见“面型”一章。
PMLT	参数小于。该边界操作数约束Surf定义的面的**参数(Param)**定义的参量值要小于目标值。不同的面型这些参量有不同的意义。这些参量值的描述见“面型”一章。
PMVA	参数值。该边界操作数返回Surf定义的面的**参数(Param)**定义的参量值。不同的面型这些参量有不同的意义。这些参量值的描述见“面型”一章。
PnGT	该操作数已作废，用PMGT代替。
PnLT	该操作数已作废，用PMLT代替。
PnVA	该操作数已作废，用PMVT代替。
POPD	物理光学传播数据。详见帮助文件下的 “物理光学传播（PHYSICAL OPTICS PROPAGATION）”。使用此操作数，首先要根据需求设置好POP窗口的相关参数，再按下设定对话框中的保存(Save)键。该操作数根据这个设置返回计算结果。如果surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面，否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果wave为0，则使用POP窗口上保存的波长，否则采用指定的波长计算。如果field为0，则使用POP窗口上保存的视场，否则采用指定的视场计算。 Data决定POP计算的数据类型和返回的计算结果，设置如下： 0：全光纤耦合。这是系统效率和接受器效率的乘积。 1：光纤耦合的系统效率。 2：光纤耦合的接收器效率。 3：总功率。 4：峰值强度。 5，6，7：Pilot光束位置，瑞利范围，束腰（X向）。 8，9，10：Pilot光束位置，瑞利范围，束腰（Y向）。

	11，12，13：位于最后一个表面光束阵列中心的局部X、Y、Z坐标。（这是参考点而不与光线振幅大小相关）。 21，22：光束强度分布质心相对于光束中心的X，Y坐标值。 23，24，25，26：分别表示X，Y光束宽度和X，Y M平方的值。对于23和24，**Xtr1**默认值为0，此时在实验室坐标系(lab coordinate system)下计算光束宽度；**Xtr1**设置为1时，沿着光束光轴方向计算光束宽度。 参见“光束宽度和M平方（Beam width and M-squared）”。 27：**Xtr1**值为0，1，2和3时，分别对应光束x^2, θ_{x2}, $x\theta_x$, 和$x\theta_y$的二阶矩。 28：**Xtr1**值为0，1，2和3时，分别对应光束y^2, θ_{y2}, $y\theta_y$, 和 $y\theta_x$的二阶矩。 29：**Xtr1**值为0，1时，分别对应光束xy和$\theta_x\theta_y$的二阶矩。值得注意的是，上述POPD操作数的返回值都是二阶矩的平方根。 30，31，32：分别为光束非零振幅的平均值，均方根值以及PTV辐照度变化量。这些操作数只能在光束照度均匀并且恰被表面孔径包围。 33, 34, 35：分别为光束非零振幅的平均值，均方根值以及PTV相位变化量，弧度单位。这些操作数只能在光束照度均匀并且恰被表面孔径包围。 40,41,42：在由**Xtr1**参数指定半径的圆内照度占总功率的一部分，单位为透镜单位，参考光线质心（40），主光线（41）或表面顶点（42）。 50,51,52：在由**Xtr1**参数指定半径的圆内照度与总功率相等。参考光线质心（50），主光线（51）或表面顶点（52）。 60,61,62,63：光纤耦合接收效率的振幅和相位的弧度，Ex场（60和61）Ey场（62和63）。这些值不考虑系统效率（见上述数据说明）。数据60~63计算时需要考虑偏振，如果输入光束是非偏振光，光场耦合效率的振幅和相位计算不准确。因此，如果输入光束是非偏振光，则返回值是0，未定义的data值返回值也为0. Xtrl和Xtr2值只被此功能扩展选中的数据使用。 如果所有邻接的POPD操作数都具有相同的Surf、Wave、Field、Xtrl和Xtr2参数值，那么POP分析只进行一次就返回所有的数据。值得注意的是，POPD操作数必须在优化编辑器相邻行上才有这样的运行效率。
POPI	物理光学传播数据。详见帮助文件下的“物理光学传播（PHYSICAL OPTICS PROPAGATION）”。使用此操作数，首先要根据需求设置好POP窗口的相关参数，再按下设定对话框中的保存(Save)键。该操作数根据这个设置返回计算结果。如果surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面，否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果wave为0，则使用POP窗口上保存的波长，否则采用指定的波长计算。如果field为0，则使用POP窗口上保存的视场，否则采用指定的视场计算。 Data决定POP计算的数据类型和返回的计算结果，设置如下： 0,1,2：分别表示总辐射强度（Ex+Ey）,仅Ex或者仅Ey方向的辐射强度； 3，4，5，6：分别表示Ex实部，Ex虚部，Ey实部，Ey虚部；

	7，8：分别表示Ex，Ey的相位，单位为弧度。Data值未定义时返回值均为0。 **Pix#**是光束上的指定像素。像素的个数大于或等于0，但是小于nx*ny，nx和ny是行数和列数。像素的序号定义为：p=x+y*nx，其中x是整数行序号，y是整数列序号，且有0<=x<=nx，0<=y<=ny。 如果所有相邻的POPI操作数都具有相同的Surf、Wave、Field参数值，那么POP分析只进行一次就返回所有的数据。值得注意的是，POPI操作数必须在优化编辑器相邻行上才有这样的运行效率。
POWF	视场点处光焦度。 计算**Wave**定义的波长下，光线经过**Surf**定义的面折射后任意视场点的光焦度或有效焦距。对于**Data**参数，用0表示球面，1表示柱面，2表示最大值，3表示最小值，4表示子午，5表示弧矢，6表示Y向光焦度，7表示X向光焦度，8表示像散光焦度，光焦度的单位为屈光度。要获得EFL值，在这些代码上加9。例如，子午EFL值，用Data=13表示。对于像散，EFL值X方向和Y方向焦距的差。 对于这种类型的分析的完整描述，参考“光焦度视场图（Power Field Map）”。参考“Hx,Hy,Px和Py”。
POWP	光瞳处光焦度。计算**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后在光瞳中任意一点的光焦度或有效焦距。对于**Data**参数，用0表示球面，1表示柱面，2表示最大值，3表示最小值，4表示子午，5表示弧矢，6表示y方向光焦度，7表示x方向光焦度，8表示像散，光焦度单位是屈光度。要获得EFL值，在这些代码上加9。例如，子午EFL值，用Data=13表示。对于像散，EFL值为X方向和Y方向焦距的差。 对于这种类型的分析的完整描述，参考“光焦度光瞳图（Power Pupil Map）”和“Hx,Hy,Px和Py”。
POWR	光焦度。**Wave**定义的波长下，**Surf**定义的面的光焦度（透镜单位的倒数）。该操作数只对标准面有效。
PRIM	主波长。该操作数通过**波长(wave)**定义的波长，改变优化函数用于评价的主波长。该操作数不需要使用目标栏和权重栏。
PROB	缩放运算。**Op#**定义的操作数的数值乘以因子(Factor)定义的常数。
PROD	乘法运算。**Op#1**定义的第一个操作数数值乘以**Op#2**定义的第二个操作数的数值(Op#1 X Op#2)。参见PROB。
QSUM	平方和开根运算。**Op#1**定义的第一个操作数到**Op#2**定义的第二个操作数之间所有操作数的数值的平方和，再进行平方根运算。参见SUMM，OSUM，EQUA。
RAED	实际光线出射角。它是指**面(surf)**定义的面上，**波长(Wave)**定义的波长下，折射或者反射的出射光线与该表面的法线的夹角，用度表示。值得注意的是，该值始终为正值。也可参见RAID。 参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RAEN	实际光线出射角。它是指**面(surf)**定义的面上，**波长(Wave)**定义的波长下，折射或者反射的出射光线与该表面的法线的夹角的余弦。也可参见RAIN。

	参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RAGA	全局光线x方向余弦。它是**波长(Wave)**定义的波长下，**面(Surf)**定义的面上，在全局坐标系中光线x方向余弦。全局坐标系的原点在全局参考平面上。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RAGB	全局光线y方向余弦。参考RAGA。
RAGC	全局光线z方向余弦。参考RAGZ。
RAGX	全局光线x坐标。它是**波长(Wave)**定义的波长下，**面(Surf)**定义的面上全局坐标系中的X的坐标值，以镜头单位为单位。全局坐标系的原点在全局参考平面上。参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RAGY	全局光线Y坐标。参见RAGX。
RAGZ	全局光线Z坐标。参见RAGX。
RAID	实际光线入射角。它是指**面(surf)**定义的面上，**波长(Wave)**定义的波长下，入射光线与该表面的法线的夹角，用度表示。值得注意的是，该值始终为正值。也可参见RAED。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RAIN	实际光线入射角的余弦。它是指**面(surf)**定义的面上，**波长(Wave)**定义的波长下，入射光线与该表面的法线的夹角的余弦。也可参见RAEN。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RANG	与Z轴夹角。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线与相对局部Z轴的光线夹角，以弧度为单位。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAA	X方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线X方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAB	Y方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线Y方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAC	Z方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线Z方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAR	实际光线径向坐标。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线的径向坐标。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAX	实际光线X向坐标。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线的X向坐标。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAY	实际光线Y向坐标。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线的Y向坐标。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REAZ	实际光线Z向坐标。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线的Z向坐标。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RECI	倒数运算。**Op#**定义的操作数的数值的倒数。参见“DIVI”。
RELI	相对照度。该操作数计算由**视场(Field)**定义的任一视场点相对于（0，0）视场点的相对照度。值得注意的是，在某些系统中，远离轴的地方照度会增强，对这些视场点上的相对照度可能大于1，因为RELI操作数使用（0，0）视场点作为参考点。其它参数为： **采样(Samp)**：栅格尺寸，值为10将生成一个10*10的光线栅格。 **波长(Wave)**：波长序号。

	偏振(Pol？)：设为0忽略偏振，1则考虑偏振。 也可参见EFNO。
RENA	表面法线X方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，指定光线与**面(surf)**定义的交点处表面的法线的X方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RENB	表面法线Y方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，指定光线与**面(surf)**定义的交点处表面的法线的Y方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RENC	表面法线Y方向余弦。在**波长(wave)**定义的波长下，指定光线与**面(surf)**定义的交点处表面的法线的Z方向余弦。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RETX	实际光线X向正切。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线与X坐标方向夹角的正切值。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
RETY	实际光线Y向正切。在**波长(wave)**定义的波长下，**面(surf)**定义的表面上指定出射光线与Y坐标方向夹角的正切值。参见“Hx，Hy，Px和Py”。
REVR	逆光线追迹。该操作数返回总的光通量根据逆向光线追迹功能（参见“ReverseRadiance™ Analysis”）。**Surf**为1表示为非序列系统，否则表示非序列组的面序号。**Object**表示逆向追迹探测器的物体编号，**Pixel #**为0表示所有像素上的光通量的和，否则表示指定像素上的光通量。**Data**为0，1，2，3分别表示总的光通量、三刺激值X、Y、Z。该操作数可以独立运行，不需要与其他光线追迹或者清除探测器数据的操作数配合。
RGLA	合理的玻璃。该操作数约束在**面1(Surf1)**和**面2(Surf2)**指定的面范围内折射率，阿贝数，以及部分色射值与当前加载的玻璃库中与实际玻璃的偏离量。详细的讨论包括Wn,Wa和Wp的描述参见 “优化的玻璃选择（Optimizing glass selection）”。
RSCE	质心RMS光斑半径。参考几何像质心的RMS光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯积分的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。**Ring**用于指定追迹光线环的数目。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长计算。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RSCH	光线RMS光斑半径。参考主光线的RMS点光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯积分的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。**Ring**用于指定的追迹光线环的数目上。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长计算 。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RSRE	质心RMS光斑半径（矩形）。参考几何像面质心的RMS点列图半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。**Samp**为n将在每个光瞳区上追迹n×n个栅格。Hx和Hy用于定义视场点。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RSRH	主光线RMS光斑半径（矩形）。参考主光线的RMS点列图半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。**Samp**为n将在每个光瞳区上追迹n×n个栅格。Hx和Hy用于定义视场点。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。

	参见 “Hx，Hy，Px和Py”。
RWCE	质心RMS波前差。参考质心，以镜头单位为单位。该操作数使用高斯积分法，它对计算非渐晕的圆形光瞳系统比较精确。**Ring**用来指定被追迹光线的圆环数。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。 参见 “Hx，Hy，Px和Py”，以及“优化参考点”（OPTIMIZATION REFERENCE POINTS）。
RWCH	主光线RMS波前差，参考主光线，以波长为单位。该操作数使用高斯积分法，它对计算非渐晕的圆形光瞳系统比较精确。**Ring**用来指定被追迹光线的圆环数。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。参见 “Hx，Hy，Px和Py”，以及“优化参考点”（OPTIMIZATION REFERENCE POINTS）。
RWRE	质心RMS波前差（矩形）。参考质心，以波长为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。**Samp**为n将在每个光瞳区上追迹n×n个栅格。Hx和Hy用于定义视场点。如果**Wave**值为零，就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。参见 “Hx，Hy，Px和Py”，以及“优化参考点”（OPTIMIZATION REFERENCE POINTS）。
RWRH	主光线RMS波前差（矩形）。参考主光线，以波长为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。**Samp**为n将在每个光瞳区上追迹n×n个栅格。Hx和Hy用于定义视场点。如果**Wave**值为零，就会就会进行多波长加权计算。否则，就用指定的波长计算。参见 “Hx，Hy，Px和Py”，以及“优化参考点”（OPTIMIZATION REFERENCE POINTS）。
SAGX	X向矢高。在Surf定义的面上X=半口径，Y＝0处的矢高，单位为透镜的单位。也可见SSAG。
SAGY	Y向矢高。在Surf定义的面上Y=半口径，X＝0处的矢高，单位为透镜的单位。也可见SSAG。
SSAG	矢高。在Surf定义的面上X和Y定义的坐标点上的矢高，单位为透镜的单位。也可见SSAG。
SCUR	表面曲率。计算由surf定义的面上由X和Y定义的坐标处的曲率或者其它相关数据，以下所有情况中，“最大”数据是通过从表面顶点与指定x和y坐标间隔相等的50个点的曲率计算来确定的，并且返回的最大绝对值。 如果**数据（data）**是0-3，返回值是子午、弧矢、子午-弧矢或者子午-弧矢的最大曲率值； 如果**数据（data）**是4-7，返回值是x，y，x-y或者x-y的最大曲率值； 如果**数据（data）**是8-9，返回值是R*Sc的绝对值，其中R是径向坐标，Sc是弧矢曲率，或者曲率的最大值。
SDRV	表面导数。计算由surf定义的面上由X和Y定义的坐标上表面矢高（沿着局部Z轴）的一阶或者二阶导数。 如果**数据（data）**是0或者1，返回值是子午或者弧矢方向的一阶导数； 如果**数据（data）**是2或者3，返回值是子午或者弧矢方向的二阶导数。

SFNO	弧矢工作F数。 弧矢工作F/#数，在**Field**定义的视场上，**Wave**定义的波长下计算。参见TFNO。
SINE	正弦值。**Op#**定义的操作数的数值的正弦值。如果**标志(flag)**是0，则返回值的单位是弧度，否则以度为单位。
SKIN	如果系统不对称，则跳过。参见SKIS。
SKIS	如果系统对称，则跳过。如果镜头是旋转对称的，那么计算评价函数时，会从该操作数所在行跳跃到在**OP#**定义的操作数进行进行计算。
SMIA	TV畸变。**Field**定义的视场是畸变为零时的参考视场，其值为0时表示参考视场点为（0，0）。**Wave**用来定义参考波长，其值为0时则参考主波长。**X- Width** 和 **Y-Width**是视场定义的全视场。详见"TV 畸变（SMIA-TV Distortion）"
SPCH	色球差。单位为透镜的单位，这是**Minw**和**Maxw**定义的两个极值波长的实际边缘轴向色差与近轴光线的轴向色差的差值，沿Z轴测量。**Zone**定义了计算实际边缘轴向色差所处的光瞳带。**Zone**对应着实际边缘光线坐标的Py值。 此操作数不适用于非近轴系统。
SPHA	球差。在**Wave**定义的波长下由**Surf**定义的面引起的球差，用波数表示。如果**Surf**是0，用整个系统所有表面的球差系数和。
SQRT	平方根运算。**Op#**定义的操作数的数值的平方根。
SSAG	矢高。在**Surf**定义的面上X和Y定义的坐标点上的矢高，单位为透镜的单位。也可见SSAG。
STHI	面厚度。这个操作数计算由**Surf**定义的面上由X和Y定义的坐标出的厚度。这个计算包括起始面以及最后一个面的下一个面的矢高和中心厚度，但不包括面之间的任何倾斜和偏心。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
STRH	斯特利尔数。这个操作数运用惠更斯点扩散函数(psf)来计算（参见"惠更斯PSF"）斯特利尔数。参数如下： **采样(Samp)**：光瞳采样，其中1生成32 x 32, 2生成64 x 64 等。对光瞳和像面来说，采样是相同。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 **视场(Field)**：视场编号。 **偏振(Pol?)**： 设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。 **是否所有结构(All Conf?)**：设为0表示使用当前组态（由此操作数前面的最后一个CONF操作数定义的），设为1表示所有组态的和。有关这个选项的详细讨论参见"惠更斯PSF（Huygens PSF）"。默认情况下，用于计算这个操作数的惠更斯点扩散函数（PSF）计算中使用的图像增量比名义默认图像增量要小2倍。参见"惠更斯点扩散函数（Huygens PSF）"中计算默认图像增量的公式。这样做是为了放大的点扩散函数的峰值，可以更准确地计算斯特列尔比(Strehl ratio)。结果是，计算得到的值一般与惠更斯点扩散函数(PSF)分析中使用名义默认图像增量的值不同。
SUMM	求和运算。**Op#1**定义的第一个操作数的数值除于**Op#2**定义的第二个操作

	数的数值相加（Op#1 + Op#2）。参见OSUM。
SVIG	设置渐晕因子。为当前组态设置渐晕因子，**精度(Precision)**是0，1或2分别对应高，中，低精度。SVIG操作数执行高精度计算要花大量的时间，尽管最后的优化一般比较好。注意操作数SVIG和CVIG只为后续的操作数改渐晕因子。当达到评价函数末尾时，渐晕因子将保存为它们的初始值。在优化完成后，最后的渐晕因子会被更新为新优化的值。参见“CVIG”。
TANG	正切值。**Op#**定义的操作数的数值的正切值。如果标志(flag)是0，则返回值的单位是弧度，否则以度为单位。
TCGT	热膨胀系数（TCE）大于。这个边缘操作数约束**面(Surf)**定义的面的TCE大于指定的目标值。
TCLT	热膨胀系数（TCE）小于。这个边缘操作数约束**面(Surf)**定义的面的TCE小于指定的目标值。
TCVA	热膨胀系数（TCE）数值。这个边缘操作数返回**面(Surf)**定义的面的TCE数值，对于玻璃表面，参见“GTCE”。
TFNO	子午工作F数。子午workingF#，在**Wave**定义的波长下，**Field**定义的视场上计算。参见SFNO。
TGTH	玻璃总厚度。Surf1到Surf2面之间的玻璃厚度之和。注意，此厚度两面包括在内，是各面厚度的代数和，而不是两面之间的厚度。参见TTHI。
TMAS	总质量。计算**Surf1**到**Surf2**面范围内玻璃镜头的质量。面的质量要考虑到后续面包括的体积，因此，要计算一个单个元件的质量，第一面和最后面的编号应该是一样的。参见“计算元件体积的注释（Comments computing element volumes）”上关于质量和体积是如何计算的。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
TOLR	公差数据。**数据(Data)**为0表示RSS估计性能的变化量，1表示名义上的性能，2表示估计性能（名义性能加上估计变化量）。**文件(File)**是一个整数与所用的公差设置文件相对应。组态（**Config#**）为-2时，则计算CONF定义的最后一个组态；-1计算所有的组态；0计算公差设置文件中使用的组态；1或者更大的数值则计算指定组态。详见“优化公差敏感度（Optimizing tolerance sensitivity）”。
TOTR	总长。镜头的总长度，镜头单位。参见“Total track”。
TRAC	径向质心横向像差。Wave定义的波长下，在像平面上测量的径向横向像差，参考质心。与其它大多数操作数不同的是，TRAC在优化编辑器内的正确工作方式严格取决于其它TRAC操作数在评价函数编辑器中的位置。TRAC操作数必须将视场和波长组合在一起。OpticStudio一起追迹具有共同视场的所有光线，然后使用这些数据计算所有光线的质心。然后以计算得到的质心为参考点，独立计算每条光线的横向像差。该操作数只能通过序列优化函数工具（Sequential Merit Function tool）输入到优化编辑器，在默认评价函数工具中输入到评价函数编辑器中，并且不推荐用户直接使用这一操作数。

	参见 "Hx，Hy，Px和Py"。
TRAD	X方向主光线横向像差。TRAR的X分量。TRAD与TRAC有同样的约束条件，详细的讨论参见TRAC。
TRAE	Y方向主光线横向像差。TRAR的Y分量。TRAD与TRAC有同样的约束条件，详细的讨论参见TRAC。
TRAI	径向主光线横向像差。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上测量的横向像差，参考主光线。与TRAR相似，但是它可以指定一个面而不是仅针对像面。 参见 "Hx，Hy，Px和Py"。
TRAN	没有使用。
TRAX	X方向主光线横向像差。像空间测得的X方向横向像差，参考主光线。参见"Hx，Hy，Px和Py"。
TRAY	Y方向主光线横向像差。像空间测得的Y方向横向像差，参考主光线。参见"Hx，Hy，Px和Py"。
TRCX	X方向质心横向像差。像空间测得的X方向横向像差，参考质心。TRCX与TRAC有同样的约束条件，详细的讨论参见TRAC。
TRCY	Y方向质心横向像差。像空间测得的Y方向横向像差，参考质心。TRCY与TRAC有同样的约束条件，详细的讨论参见TRAC。
TTGT	总厚度大于指定目标值。该边界操作数约束**Surf**定义的面的矢高以及紧跟在其后的面在相应半口径处的总厚度要大于指定的目标值。如果**Code**为0，厚度沿着+y轴计算，如果**Code**是1，沿+x轴，如果是2沿-y轴，如果**Code**是3沿-x轴。该操作数在镜像空间中自动改变厚度的符号，这样对于物理上可实现的镜头总是产生正值。见TTLT和TTVA。
TTHI	总厚度。**Surf1**到**Surf2**面之间的所有面厚度之和。注意，此厚度两面包括在内，是各面厚度的代数和，而不是两面之间的厚度。参见TTHI。
TTLT	总厚度小于指定目标值。参见TTGT。
TTVA	总厚度值。参见TTGT。
UDOC	用户自定义操作数。用户自定义操作数，用于优化外部汇编程序（ZOS-API）中计算的数值结果。参见"用户定义操作数（User defined operands）"部分。也可参见ZPLM。
UDOP	用户自定义操作数。用户自定义操作数，用于优化外部汇编程序（DDE）中计算的数值结果。参见"用户定义操作数（User defined operands）"部分。也可参见ZPLM。
USYM	旋转对称标志。如果该操作数出现在评价函数中， OpticStudio计算时会假定镜头是圆对称的，即使OpticStudio发现系统中并不存在对称。在某些特殊的情况中，它可以加速评价函数的计算速度。参见 "假设轴向对称（Assume Axial Symmetry）"部分。
VOLU	元件的体积。单位为立方厘米，计算Surf1和Surf2面范围内的镜头和空气间隔的体积。面的体积包括附加在后续面上的体积，因此要计算单个元件的体积第一面和最后面的号码应该是一样的。参见 "计算元件体积的注释

	（Comments on computing element volumes）”有关元件质量和体积怎样被计算的讨论。
WFNO	工作F数。参见“工作F数（Working F/#）”和ISFN, SFNO, and TFNO。
WLEN	波长。该操作数返回波长(wave)定义的波长值，单位是微米。
XDGT	附加参数大于。Edv#的值必须在1和200之间，用来表示为Surf定义的面选择是哪一个附加数据的值。
XDLT	附加参数小于。Edv#的值必须在1和200之间，用来表示为Surf定义的面选择是哪一个附加数据的值。
XDVA	附加参数。Edv#的值必须在1和200之间，用来表示为Surf定义的面选择是哪一个附加数据的值。
XENC	扩展光源圈入能量（距离）。此操作数使用给定的默认设置，计算到扩展光源几何包围能量的指定比例距离，单位为微米。若要使用此操作数，请先根据需要定义扩展源环绕能量特性的设置，然后按**设置(setting)**框中的**保存(save)**命令。唯一需要设置的是**类型(type)**和**波长(wave)**。参数如下： **类型(Type)**：1表示圈入，2表示只有x方向，3表示只有y方向，4表示方形，5表示X分布，6表示Y分布。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 **百分比(Frac)**是所需的能量分数，而且必须是0和1之间，此外，类型（Type）为5和6时忽略此项，这些类型的返回值是所需能量分数的半高全宽值。 **最大半径(Max Radius)**是径向距离的最大距离，用微米表示。如果此值为零，则使用默认设置。 也可参见XENF, DENC, DENF, GENC, 和GENF。
XENF	扩展光源圈入能量（分数）。这个操作数计算从参考点到一定距离处的几何圈入，方形，仅X方向，仅Y方向（狭缝）能量分数。 **类型(Type)**：1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形。 **波长(Wave)**：波长编号（用0表示多波长）。 除了**距离(Dist)**，此操作数选项和设置与XENC操作数一样，在这里它用于距离，在该距离处达到期望能量的分数。 也可参见XENC, GENC, GENF, DENC, and DENF。
XNEA	空气最小边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内空气面的最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MNEA。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XNET	最小边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MNET。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。Zone的值为

	0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XNEG	玻璃最小边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内玻璃面的最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MNEG。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XXEA	空气最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内空气面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最大厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MXEA。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XXEG	玻璃最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内玻璃面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最大厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MXEG。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
XXET	最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最大厚度。该操作数可以同时控制多个面。参见MXET。 Zone，如果是非零值，缩放径向口径，在该口径上计算厚度。Zone的值为0.5将计算0.5乘以半径处的厚度。该操作数有一个**模式(mode)**标志，模式为0（默认）表示使用的是机械口径，模式为1表示使用的是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的通光口径。
YNIP	近轴YNI。该数是在波长(Wave)定义的波长下，近轴边缘光线高乘以**面(Surf)**定义的面的折射率乘以入射角的积。该量与指定面贡献的narcissus成比例。见Applied Optics，V01.21.18，p3393。
ZERN	泽尼克系数（Zernike Fringe coefficient）。参数为： **项(Term)**：泽尼克项序号（对于Zernike fringe项序号为1-37，对于Zernike standard or annular项系数序号为1-231）； Term值，如果为负或零，也可以用来返回其它Zernike拟合数据，如下所示： -8：光程差峰谷值（参考质心）。 -7：光程差峰值（参考主光线）。 -6：均方根值参考零参考值（OpticSudio不使用）。 -5：均方根值参考零参考主光线。

	-4：均方根值参考质心。 -3：方差。 -2：斯特列尔比。 -1：均方根拟合误差。 0：最大单点拟合误差。 **波长(Wave)**：波长序号； **采样(Samp)**：光瞳采样，其中1生成32×32，2生成64×64等。 **视场(Field)**：视场序号。 **类型(Type)**：Zernike类型（0表示fringe，1表示standard，2表示annular）。 **Epsilon**：遮阑比率（只用于annular系数）。 **顶点(Vertx?)**:如果为1，光程差就是以面顶点为参考点。如果为0，光程差就是以主光线为参考。 注意：如果使用多个只是Term值不同的ZERN操作数，它们应该放置在编辑器的相邻行中，以便OpticStudio只做一次拟合，否则，计算速度会减慢。即使只求一个系数，在拟合过程中始终使用多个Zernike项。计算中使用的最大terms值取决于“类型”和“项”设置。所有类型使用的最小Term值为11。这意味着仅当Terms值设置为大于或等于11时有效。如果“类型”是standard或annular时，最大Term值计算的是被设置的任何相邻ZERN操作数中最大的Term值。
ZPLM	宏优化操作数。用于优化ZPL宏计算的结果。参见“用户定义操作数（User defined operands）”。也可参见UDOP。
ZTHI	多重组态厚度变化量。该操作数控制多重结构中Surf1和Surf2定义的面范围内各面的总厚度变化。它类似于TTHI操作数，只不过它类似于不等式操作数。指定的目标值是定义的每一重组态的TTHI之间允许的最大差值。例如，如果有3重组态，TTHI 3 8 将分别评价17，19，18.5，如果目标值小于2，ZTHI将返回2（即19-17）。否则，ZTHI返回目标值。为保持所有的ZOOM组态有同样的厚度，目标值可设为0。

评价函数编辑器工具栏 Merit Function Editor Toolbar

在评价函数编辑器窗口的上面有评价函数编辑器工具栏。提供了评价函数编辑器的快捷工具。



评价函数编辑器工具栏的按钮在下面列出。

更新 这一选项将重新计算评价函数。所有的操作数都参与计算并显示新的评价函数值。

保存评价函数 将当前的评价函数保存在一个*.MF 文件中。该步骤仅在要将该评价函数加载到另一镜头中使用时用到。当保存整个镜头文件时，OpticStudio 将自动将镜头与评价函数一并保存。

加载评价函数 加载一个预先存储在*.MF 文件或保存在*.ZMX 文件中的评价函数。可以选择两者中的任一文件，仅将其中的评价函数部分加载到数据表中，而当前的评价函数将被消除。

插入评价函数 插入一个预先存储在*.MF 文件中的评价函数。用户要选择插入在哪一行，以及插入的文件，现有的评价函数被保留。

删除所有操作数 删除评价函数中的所有操作数

优化向导 打开“优化向导与操作数”工具建立通常需要的评价函数。建立之后可以进行编辑。

评价函数列表 在单独的窗口中生成评价函数文字列表并分开显示用户自己添加的操作数（那些位于 DMFS 操作数之前的操作数）和默认评价函数（所由在 DMFS 操作数之后列出的操作数）。

转到操作数 打开对话框来查找并跳转到指定的操作数类型，注释，编号，或标签。参阅“转到表面”了解详细内容。

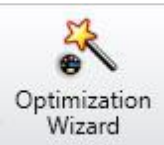
快速浏览开关 开启和关闭快速浏览视图。

重置列序 重置列顺序为默认设置（参见“编辑器”）。

重置列宽 重置列宽为标准尺寸（参见“编辑器”）。

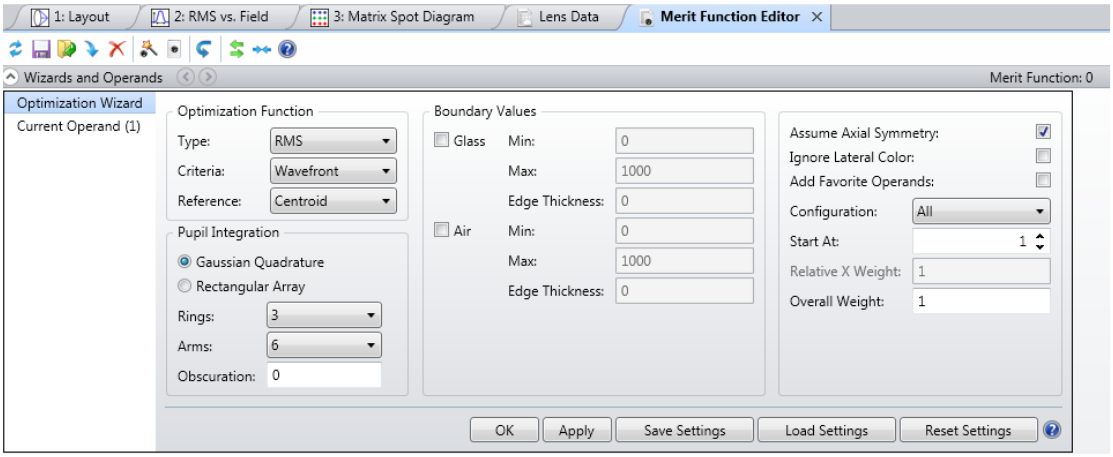
帮助 打开帮助系统。

优化向导（Optimization Wizard）





优化向导在“优化”选项卡中“自动优化”部分中设置，或者通过“评价函数编辑器”上的“优化向导与操作数”的下拉菜单访问。“优化向导”将显示选择评价函数类型和相对光线密度的对话框。



评价函数是对一个光学系统接近一组指定目标的层度的数值表示。OpticStudio 使用一系列操作数分别表示系统不同的约束条件或目标。操作数可表示例如成像质量、焦距、放大率等目标。

评价函数与列表中每一个操作数的实际值与目标值之差的加权平方和的平方根成正比。评价函数用这种方法来定义，所以其理想值为零。优化算法致力于使函数值尽可能的小，因此评价函数应该表示的是您希望系统能达到怎样的程度。

在 OpticStudio 中可以使用几种不同类型的评价函数。默认的评价函数由四个关键的选项来构造：

优化类型、评价标准、参考点和积分方法。下面的部分介绍了这些选项。

优化函数类型 (Optimization Function Types)

RMS 是均方根的简称。这是目前使用最普遍的类型。RMS 是所有独立误差平方的平均值的平方根。

PTV 是峰-谷值的简称。在极少数情况下，均方根误差不如像差的最大程度重要。例如，如果所有光线都必须到达探测器或是光纤上的一个圆形区域内，此时 PTV 可能是更好的标识成像质量。这一评价函数的类型致力于使峰谷值误差最小。但是，评价函数值并不是实际的峰谷值误差。

[RMS 评价函数的物理意义] (**Physically Significant RMS Merit Functions**)

请注意，当使用 RMS 作为优化类型时，评价函数值具有物理上的意义。如果评价函数是 RMS-波前-质心，则评价函数的数值是波长单位的 RMS 波前误差。如果评价函数是 RMS-光斑半径-主光线，则值 0.145 表示 RMS 光斑半径是 0.145 个透镜单位。如果评价函数是镜头单位是毫米，则该值对应于 145 微米 RMS。如果定义了多个视场或波长，则评价函数值是各个视场和波长的 RMS 值的加权平均值。

请注意，使用 RMS 光斑半径评价函数的优化通常会产生与 RMS 波前评价函数不同的最优设计。它们不同的根本原因是光线的像差与波像差的导数成正比。因此，期望一个最小值对于另一个最小值相同是不合理的。使用的一般经验法则是，如果系统接近衍射极限（如小于两个波长的 PTV 波前误差），则使用波前差，否则，使用光斑半径评价函数。

一般来说，以质心为参考的评价函数优于使用主光线的函数。大多数基于衍射的性能评价，如 MTF 或圈入能量，在参考质心的 RMS 波前误差减小时得到改善。然而，最好能够将最终的设计结果使用各种优化函数重新优化，以验证哪一个能够为所设计的系统提供最佳性能。例如，RMS 波前质心参考通常会产生比 RMS 主光线参考获得更好的低频 MTF 响应，但是获得更差的中频响应。

对于 PTV 评价函数，评价函数值与像差的实际 PTV 成比例但不等于 PTV。当评价函数最小化时，评价函数将使 PTV 最小化。

优化函数标准 (Optimization Function Criteria)

波前 像差以波长为单位。请参阅“RMS 波前计算的注释 (Comments about RMS wavefront computations) ”。
对比度 采用 Moore-Elliott 对比度方式优化系统 MTF，也成为对比度优化 (Contrast Optimization) 。可参阅 MTF 优化 (Optimizing for MTF) 获取更多关于 Moore-Elliott 对比度方式的信息。
点列图 同时计算像空间中 X 与 Y 方向上的光线像差。X 和 Y 部分将分别考虑，再同时优化。像差的符号将保留，以得到更好的导数用于优化。相应的，如果 X 和 Y 方向的权重都设为 0，则光斑尺寸将基于径向光线像差考虑。
角向 同时计算像空间中 X 与 Y 方向上的角向像差。X 和 Y 部分将分别考虑，再同时优化。像差的符号将保留，以得到更好的导数用于优化。适用于无焦系统优化，详情参考“无焦像空间 (Afocal Image Space) ”。

优化函数参考点(Optimization Function Reference Points)

质心 对数据的 RMS 或 PTV 的计算是以该视场点所有数据的质心为参考的。一般优化倾向于选择质心参考，特别是波像差优化。对波像差优化来说，当以质心作为参考时将减去了整个光瞳上的平均波像差、波像差的 X 倾斜和 Y 倾斜，它们中的任何一个都不会使系统的成像质量下降。当存在彗差时，以质心为参考会产生更有意义的结果，因为彗差会使像的质心偏离主光线位置。

主光线 对数据的 RMS 或 PTV 的计算以主波长的主光线为参考的。对于波前优化，参考主光线减去了整个光瞳上的平均波前差，但没有减去波像差的 X 倾斜和 Y 倾斜。请注意，OPD 定义为 0 的点是被任意定义的。这是主光线参考减去平均波前的原因。

未参考的 此选项仅在波前优化时有效。如果波前无参考点，则使用相对于主光线的 OPD 数据，不减去平均波前或倾斜。

光瞳积分设置(Pupil Integration Settings)

有两种不同的光瞳积分方法用于构造评价函数：高斯求积(GQ)和矩形阵列(RA)。GQ 算法对于几乎所有的情况都适用。

高斯求积(Gaussian Quadrature)

GQ 算法采用仔细选择并加权过的一组光线来精确计算被均匀入射的入瞳上的 RMS 或 PTV 误差（严格来说，PTV 算法并不是 GQ 算法，但非常接近）。所有光线的权重分配是根据系统选项 (System Explorer) 中波长和视场设置的权重以及 GQ 评价函数算法设置的。对于 RMS 评价函数，选择所使用的权重和光线设置是依据 G. W. Forbes，JOSA A 5, p1943, 1988 一文中所述的方法。对于 PTV 评价函数，光线设置的依据是切比雪夫多项式的结果，详细描述请参阅 Numerical Recipes, Cambridge University Press (1989)。 如果您对这些方法的详细基本原理感兴趣的话，可以参考这些文献。GQ远比已知的其它方法更精确，而且所需要的光线更少。所以，在以下两个方面您都可以获益：更快的速度和更高的精确度。

对 GQ 来说唯一的缺点是这个算法假设光瞳是一个圆，或者一般来说是个椭圆。对于非椭圆的光瞳来说，GQ通常不能精确计算。例如，在光学系统中如果存在表面孔径，渐晕足够多的光线从而能够明显地改变光瞳的有效形状，在该种情况下，就不能使用 GQ 方法来计算。

要注意另外一种额外情况，就是当所用的圆形光瞳中存在中心遮挡，例如牛顿望远镜。在这种情况下，可以给出孔径遮光的百分数（“遮阑”），在 B.J. Bauman 和 H. Xiao, “Gaussian quadrature for optical design with non-circular pupil and fields, and broad wavelengths”, Proc. SPIE, Vol. 7652, p76522S-1 (2010) 一文中说明。一般来说，适当的中心遮光不会显著影响 RMS，因为光瞳中心的像差会更小，使用有限的“遮阑”系数，在 GQ 算法中评价函数计算也可以完全精确地表示遮光情况。

请注意，当使用渐晕因子时高斯积分也适用，因为光瞳从圆形到椭圆形时，光线模式将从新分配。有关渐晕因子与 GQ 结合使用的更多详细信息，请参阅知识库文章“如何使用渐晕因子 (How to use Vignetting Factors) ”。

GQ 算法要指定“环”数和“臂”数，以及“遮阑”因子。

环 “环 (Rings) ”的设置决定每个波长及每个视场追迹的光线数。对轴上视场（在旋转对称系统中的零视场角），光线数等于环数。对于对称系统中其它所有视场，每一环追迹的光线数等于“臂

(Arms) ”数（在下一小节中介绍）的一半。只追迹一半的光线是因为利用了系统的左右对称性。对一种定义的波长追迹一组光线。例如，如果您设置了一个轴上点视场，两个轴外视场，三种波长，四个环数，那么追迹的光线数为 3 * (4 + 4*3 + 4*3) = 84。对于非旋转对称性的系统，每一环追迹的光线数为不依赖视场的“臂”数。在上面的例子中，则要追迹的光线数为 3 * 3 * 4 * 6 = 216。OpticStudio 将自动计算所需追迹的光线数，这里描述的原因是让读者了解如何定义默认的评价函数。如果追迹越多的光线，优化运行的时间就越长。

臂 “臂”的设置决定了在光瞳中追迹光线的径向臂数。默认的是 6 个等间隔（在角度上）的臂被追迹（或者是 3 个等间隔，如果系统是旋转对称的）。这个数也可以变为 8,10，或 12。对于大多数光学系统来说，6 就足够了。

对于环数和臂数的采样考虑

应根据您的系统中存在的像差阶数来选择环数和臂数。GQ 算法中可精确计算的像差最高阶数为 (2*n - 1)，其中 n 是环数。如果一个光学设计中像差级数被限制在五级，则 n 的值至少为 3。确定环数最简单的方法是选择最小的数 1，然后进入优化对话框并注意评价函数。现再回到默认评价函数工具栏，并选择两个环数。如果评价函数值的改变多于几个百分比，则再返回选择三个环数，依次类推直到评价函数没有显著改变为止（大概 1%）。对于臂数的选择也可重复这一过程（通常 6 个臂数就足够了）。选择多于所需的环数和臂数并不能改善优化结果，它只会减慢算法的速度。追迹超出所需更多的光线并不会有助于您找到更好的结果。

选择多于所需的环数和臂数并不能改善优化的结果，它只会不必要的减慢计算的速度。

遮阑 “遮阑”的设置确定了圆形光瞳的渐晕分数，即光线不能追迹通过光瞳的百分数。默认值是 0，即默认值为无遮阑。最大可能值是 1，这表示一个完全遮阑的光瞳，没有光线追迹通过。为了避免评价函数中没有定义光线的情况，如果用户将输入值（绝对值）设置为> = 1，OpticStudio 会将输入值重置为 0。

请注意：圆形光瞳的遮阑比例是线性分布的，而不是光瞳面积的分数。这意味着遮阑的光瞳面积是输入值的平方。遮阑以圆形光瞳为中心。

矩形阵列(Rectangular Array)

RA 算法追迹网格光线通过光瞳。RA 算法的优点在于它能够精确计算评价函数中渐晕的影响。在

那些有意去除问题光线的系统中，如遮阑望远镜和照相机镜头，这一点非常有用。RA 算法的缺点在于它的速度和精确度。通常，要达到给定的精确度，RA 算法需要的光线比 GQ 算法要多。底限：除非使用表面孔径，否则不要使用 RA 算法。

RA 算法需要指定“网格”大小和“删除渐晕”选项。

网格 决定所需的光线数。网格的尺寸可以是 4×4（每个波长每视场 16 根光线），6×6（每个波长每视场 36 根光线）等。网格上的光线如果是在入瞳以外就会自动的被忽略掉，所以实际使用的光线数要比网格尺寸的平方值小。以较慢的运行速度为代价而选择较大的网格尺寸通常会有更精确的结果。然而，选择较大的网格密度然后再选择“删除渐晕”栏（在下一节中介绍）可能比较有利。其原因在于，选择大的光线密度就会用大量光线充满整个光瞳，然而有渐晕的操作数将被删除。其结果可以通过合理数量的光线，精确反映系统孔径。

删除渐晕 如果选中，那么在评价函数中每一条光线都通过整个系统被追迹，并且，如果光线被表面孔径径遮阑，或是未到达某个表面，或是在某个表面上全反射，那么这根光线对应的操作数就会从评价函数中被删除。这样保持了评价函数中光线总数为最小适当值。其缺点是如果优化过程中渐晕发生变化，不得不重新生成评价函数。使用渐晕因子然后再使用 GQ 算法与使用删除渐晕相比总是更好的选择。如果需要，在优化过程中可以在评价函数中用 SVIG 调整渐晕因子。

注意，OpticStudio 会尽力追迹在评价函数中定义的每一根光线，不管它是否存在渐晕。例如，如果用 REAY 将主光线的高度定为目标值，并且存在一个使主光线渐晕的中央遮拦，那么只要光线能够被追迹，OpticStudio 仍将追迹这根光线并使用该操作数的结果。OpticStudio 不会检查定义的光线是否存在渐晕，因为这样将会在优化过程中引进大量的开销。

通常，应避免用表面孔径来渐晕光线并尽可能的使用渐晕因子来调整成像光束的大小。为了优化没有渐晕的那部分光线，必须定义一个宏来进行所需要的计算。然而，这个方法在优化过程中很容易产生停滞，因为当光线突然从渐晕变为没有渐晕时，镜头数据参数很小的改变就会导致评价函数产生离散变化。

边界设置(Boundary Settings)

厚度边界 通过选中空气/玻璃边界值，可以自动生成厚度边界约束，并将其包含在默认评价函数中。

玻璃 如果选中，MNCG，MXCG 和 MNEG 操作数就会被添加到评价函数中分别约束每个表面的最小中心厚度、最大中心厚度和最小边缘厚度。如果需要，只有玻璃表面对评价函数起作用。

空气 MNCA，MXCA 和 MNEA 操作数将被添加到评价函数中分别约束每个表面空气间隔的最小中心厚度、最大中心厚度和最小边缘厚度。如果需要，只有空气表面对评价函数起作用。

自动厚度边界约束功能是为了节省一些对于有或没有反射镜的光学系统边界约束的手工输入。较复杂的镜头，如具有复杂坐标间断或多重结构的镜头通常需要在评价函数中手动加入附加的边界约束。

优化期间，黑盒镜头和非序列组件表面被忽略。
MNEA，MXEA，MNEG 和 MXEG 忽略坐标间断表面。
添加反射镜或将表面变为反射镜或将反射镜变为表面均需要重新构建评价函数。

其它设置(Other Settings)

假设轴对称 如果选中，那么在构建和计算评价函数时，默认的评价函数将会利用镜头的左右及旋转对称性。此时，追迹的光线较少，在不降低精度的情况下加速优化。在有坐标间断或非旋转对称系统中，默认是不选择这一项的，这意味着不利用系统的对称性。然而，不按照默认系统对称性考虑是非常有用的，如果您在设计一个 OpticStudio 认为是非对称的镜头，缺少对称性并不会影响系统的成像质量。例如，如果系统中存在倾斜的平面反射镜，这些镜子不会消除系统的左右对称性，但是 OpticStudio 将会默认假定系统不存在对称性。一些渐变折射率表面也使用为零的非对称折射率变量参数（它们只用于公差）。

在这些情况下，选中该选项可以加速优化。另请参阅“USYM”操作数的说明。如果评价函数将用于公差分析，请关闭该选项。因为在公差分析期间，对称系统通常会变得不再对称。

忽略垂轴色差 默认地，OpticStudio 对每一个视场在计算 RMS 或 PTV 时都使用同一个参考点。所有追迹的光线都是在每一个视场针对所有波长进行的，并且以主波长的主光线或质心作为参考点。如果选中“忽略垂轴色差 (Ignore Lateral Color) ”这一项，那么 OpticStudio 对每一个波长计算一个独立的参考点。该选项在设计那些用波长区分光线的系统时非常有用，比如棱镜或分光仪系统。这一选项将使评价函数独立优化每一种颜色的光斑。

加入常用操作数 选中时，OpticStudio 会将 FAVORITE.MF 中定义的评价函数添加至默认评价函数中的 DMFS 操作数之上。该评价函数文件必须放置在<data>\MeritFunction 文件夹内（请参阅“文件夹 (Folder) ”）。

结构 选择某一个或所有结构生成评价函数。

起始行 该选项用来将默认评价函数加入到评价函数编辑器操作数列表中的特定位置。要控制默认的起始行的值，请参阅 DFMS 操作数的定义。输入值为 0 代表在当前评价函数的末尾加入默认评价函数。

相对 X 权重 相对 X 权重是在计算 PTV 或 RMSSPOT X+Y 评价函数时，加在垂轴像差 X 分量上的附加权重。这项设置对其它的评价函数没有影响。如果相对 X 权重小于 1，那么 Y 分量的权重更大；如果相对权重大于 1，那么 X 分量的权重更大；如果保留默认的值 1，那么两个分量的权重相等。这项控制对于那些想要形成狭缝像的系统非常有用，例如分光仪。

相对 S 权重 相对 S 权重是在计算对比度评价函数时在相位差的弧矢分量上相对于子午分量的附加权重。请参阅“相对 X 权重 (Relative X Weight) ”。

权重缩放 当在不同类型的评价函数间作切换时，如 RMS 光斑半径以及 RMS 波前差，默认评价函数的数值大小可能会有很大幅度变化。这可能会使手动调节非默认评价函数操作数的权重变得非常繁琐。权重缩放是来调整默认评价函数所有权重的一个比例常数。在大多数情况下，这个值可保持 1 不变。

空间频率 计算对比度默认评价函数时，所要优化的空间频率值。

按钮功能(Button Functions)

确定 关闭优化向导工具，并将生成的评价函数添加到现有评价函数的指定行。

应用 将生成的评价函数添加到现有评价函数的指定行。

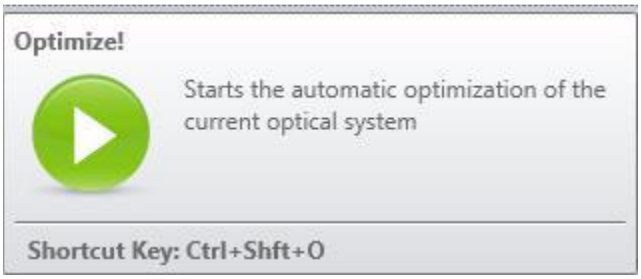
保存设置 将设置保存在优化向导对话框中。设置更改或重置后，通过单击“加载设置 (Load Settings) ”按钮重新加载保存的设置。

加载设置 加载上次保存在优化向导中的设置。

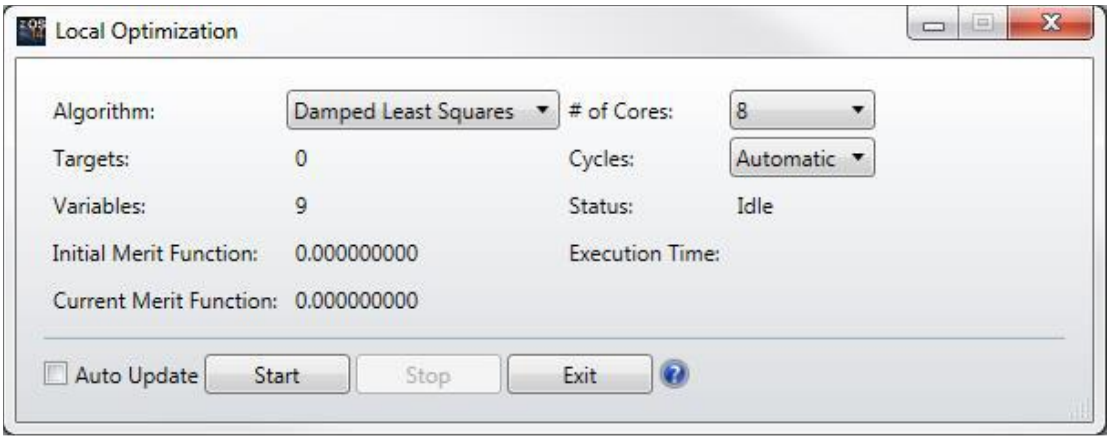
重置设置 重置设置到默认状态。

执行优化(Optimize!)





优化菜单中的自动优化部分提供了“执行优化”按钮。该按钮展示了用于自动优化当前光学系统的局部优化工具。



Settings:
设置：

算法 局部优化使用阻尼最小二乘法或正交下降法来改进或修改设计以满足特定条件。

阻尼最小二乘法 (DLS) 运用数值微分计算，在能产生一个较小的评价函数设计的解空间里确定优化方向。这种梯度方法是为光学系统的设计专门开发的，被推荐用于所有的优化情况。

正交下降法(OD) 运用变量的正交化形式和解空间的离散采样来降低评价函数值。OD 算法不计算评价函数的数值微分。对评价函数存在原本噪声的系统而言，例如非序列系统，OD 通常比 DLS 算法要好。有关相似算法的讨论，请参见 S. Kudaev, P. Schreiber, “Automated optimization of non-imaging optics for luminaries”, in Optical Design and Engineering II; Laurent Mazuray, Rolf Wartmann, Eds., Proc. SPIE 5962, p. 87-95 (2005)。

注意 DLS 和 OD 都是局部优化算法，它们的最终结果依赖于起始点。对于全局优化，请参阅“全局优化 (Global Optimizers) ”。

内核数目 选择执行优化的内核数量。即使在单个 CPU 计算机上，也可以选择多于 1 个，在这种情况下，单个 CPU 将共享同时执行多个任务。默认值是操作系统检测到的处理器数量。

迭代 选择优化迭代的次数。1 个周期执行一个优化周期，5 个周期执行 5 个优化周期，以此类推。无限个周期执行无限次循环的优化周期，直到按下“停止”按钮。

选择自动 将导致优化运行到系统不再得到改进为止。强烈建议选择自动模式。运行一个给定的优

化周期所需的时间随着变量的数量、系统的复杂性、求解的数量、操作数的数量以及计算机的速度存在很大差异。如果该周期花费的时间过长、或者看起来要中断、或者如果您觉得设计没有充分进展，请单击“停止 (Stop) ”以结束优化运行。

自动更新 如果选中该项，OpticStudio 将在每一个优化周期结束时自动更新和重新绘制所有打开的窗口，可以在使用任一分析功能时实时监控优化的过程。请注意，窗口可以更新的最快速度是每 5 秒一次，以便在更新期间保持用户界面的响应度。

开始 开始优化。
停止 停止正在运行的优化，并将控制返回至对话框。
退出 关闭局部优化对话框。

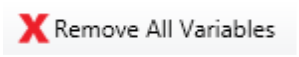
讨论：

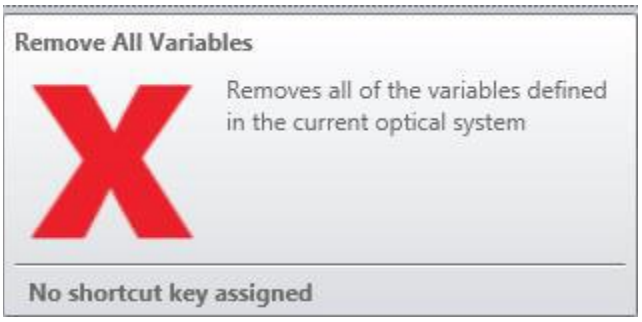
OpticStudio 提供的局部优化（或简称为“优化”）功能非常强大，并且能够在给定合理的起始点和一组变量的情况下优化镜头设计。变量可以是曲率、厚度、玻璃材料、圆锥系数、参数数据、额外数据和任何多重结构数值数据。OpticStudio 使用阻尼最小二乘法或正交下降法。这种算法能够优化由加权目标值组成的评价函数，这些目标值被称为“操作数”。OpticStudio 有多种不同的默认优化函数，可以使用评价函数编辑器轻松更改。有关此过程的详细信息，请参阅“更改评价函数 (Modifying the merit function) ”。

当优化开始时，OpticStudio 首先更新系统的评价函数。如果操作数中的任何一个不能被计算，优化就不能开始，并且会显示一条错误信息。如果操作数需要追迹错过某些表面的光线或在折射率边界发生全内反射的光线时，则无法计算这些操作数。如果出现此类的错误信息，通常是初始系统的设置出现错误，或是光线目标被错误定义（在默认评价函数中不会出现这样的情况，但在用户定义的光线中可能会发生）。如果在优化过程中不能计算评价函数，OpticStudio 将自动恢复；只针对初始系统优化时，需要足够地计算评价函数中所有的操作数。

请参阅优化总览 (Optimization Overview) 来获得有关构建评价函数、设置变量和使用优化功能的完整叙述。

移除所有变量(Remove All Variables)

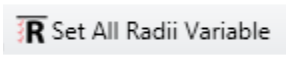


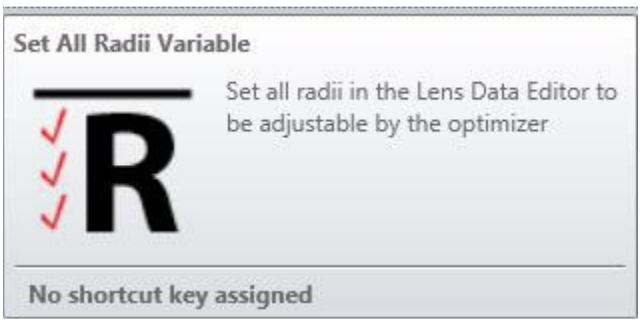


移除所有变量按钮位于“优化”菜单中“自动优化”部分。此按钮提供了一种快速删除当前镜头文件中定义的所有变量的方法。

讨论：
通过将每个值设置为“固定 (Fixed) ”（保持当前值）来消除变量。

设全部半径为变量 (Set All Radii Variable)



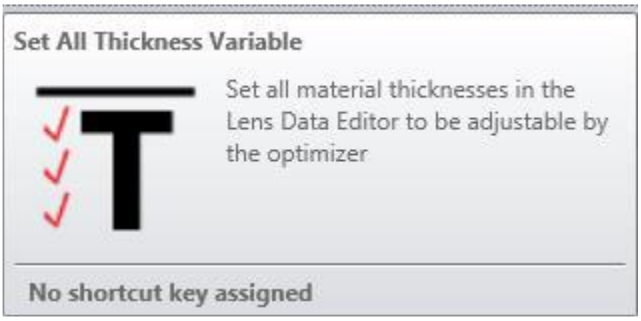


“设全部半径变量”按钮位于“优化”菜单中“自动优化”部分。这个按钮提供了一个快速方式来使所有半径设置为变量。

讨论：
变量仅设置在定义两种不同介质之间的边界的曲面上。镜头数据编辑器中半径列旁边列出“V”，表示指定该半径为变量。

设全部厚度变量(Set All Thickness Variable)





“设全部厚度变量”按钮位于“优化”菜单中“自动优化”部分。该按钮提供了一种快速方式来使所有厚度设置为变量。

讨论：
变量只能设置在有限非零厚度上。透镜数据编辑器中厚度列旁边列出的“V”，表示指定该厚度为变量。

全局优化组(Global Optimizers Group)

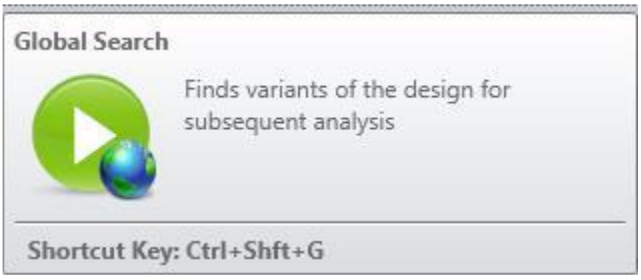
以下工具均是全局优化工具。



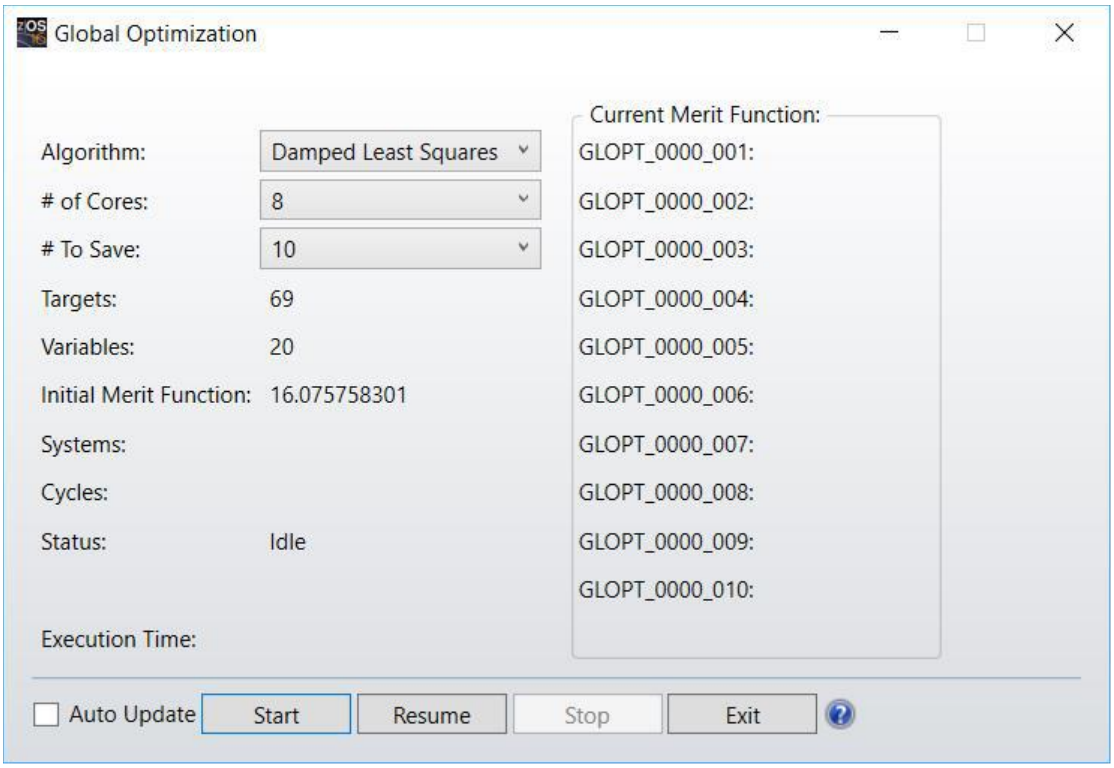
对于全局优化更多的信息，请参阅“全局优化 (Global Optimization) ”。

全局优化(Global Optimizer)





“全局优化”可在“优化”菜单“全局优化”部分中找到。该功能启动了对全局最优解的搜索，对于给定的评价函数和一组变量来说可能能够得到最佳的设计。



更多信息请参阅优化概述 (Optimization Overview) 中“全局优化算法 (The Global Optimization Algorithm)”。

设置：

算法 这个算法控制允许选择阻尼最小二乘法 (DLS) 或者正交下降法 (OD) 。DLS 算法适用于大多数的成像系统，而 OD 算法适用于有噪声的、低精度的评价函数，例如照明系统。更多信息，请参阅“执行优化 (Performing an optimization) ”。

内核数目 选择执行优化的内核数量。即使在单个 CPU 计算机上，也可以选择多于 1 个，在这种情况下，单个 CPU 将共享同时执行多个任务。默认值是操作系统检测到的处理器数量。

保存数目 选择所要保存的镜头数目。

OpticStudio 将初始文件复制到名为 GLOPT_xxxx_001.ZMX 到 GLOPT_xxxx_nnn.ZMX 的新 OpticStudio 格式文件中，其中 xxxx 是与 OpticStudio 实例关联的编号，nnn 是要保存的最大镜头数。如果全局优化在 OpticStudio 的多个实例同时运行，那么数字 xxxx 将用于区分从不同实例保存的文

件。

然后，OpticStudio 将在您所定义的范围中提取的各种镜头参数的组合开始搜寻。优化将在新生成的镜头文件设计上进行，直到 OpticStudio 得到新镜头充分优化的结果。

当一个新镜头生成时，OpticStudio 将使用这个新镜头的评价函数与迄今为止发现的最好的镜头（评价函数值最低）的评价函数进行比较，并将其放入最佳镜头列表的正确位置，并根据需要重新命名其它的镜头文件。如果新镜头的评价函数值比最佳列表上的都要高，那么将其放弃。该过程无限循环。每次发现一个新的镜头比最佳镜头列表中的最差镜头要好时，将它替换至列表中的相应位置。更换了几百个镜头之后（这可能需要对几万个镜头进行评估），最后得到的镜头列表有望包含非常好的设计方案，或至少有一些较好的形式。

全局优化对话框也会显示目前找到的十个最佳镜头的评价函数值。如果要保存的镜头数目比 10 大，这些文件将均被保存在硬盘上，但是评价函数不会被显示。

这种算法也会周期性返回到最佳的镜头列表内的文件中，来判断它们是否能继续改善。有时一些镜头将在改进后再在放回到该列表中。假如发生这种情况，如果被取代的旧设计有着与新镜头一样的基本形式，则旧镜头将被丢弃。这是为了在最佳列表中保持一定的设计多样性，否则所有的镜头会有几乎相似的形式。

自动更新 如果选中该选项，OpticStudio 将在每一个优化周期结束时自动更新所有打开的窗口，可以在使用任一分析功能时实时监控优化的过程。请注意，窗口可以更新的最快速度是每 5 秒一次，以便在更新期间保持用户界面的响应度。

开始 开始优化。

继续 与“开始”按钮非常相似，然而，继续按钮首先将载入现有的 GLOPT_xxxx_nnn 文件并将其当前的评价函数值放在最佳列表中。

因此，继续按钮将从之前运行结束的地方开始搜索。继续按钮不会删除现有的最佳镜头，但开始按钮会删除这些文件然后完全基于当前镜头数据编辑器中的镜头重新开始搜索。如果在选择继续按钮时，镜头编辑器中的是一组完全不相关的镜头数据，OpticStudio 将尝试使用镜头数据编辑器

和评价函数编辑器中的当前数据来优化镜头，但是将用旧 GLOPT 文件的评价函数，以作为比较。

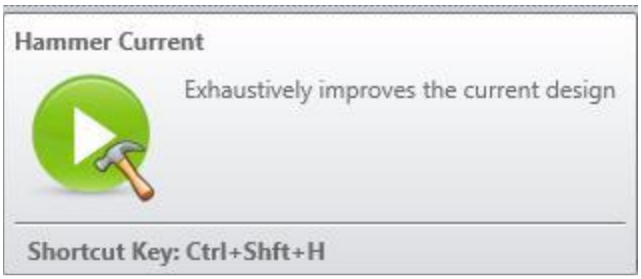
停止 停止正在运行的优化，并将控制返回到对话框。根据实际的算法进程，它可能立即退出，或者可能需要几秒退出。一旦算法终止，就可以点击退出 (Exit) 。

此时，您可以打开任何 GLOPT_xxxx_nnn.ZMX 文件来进行下一步分析。

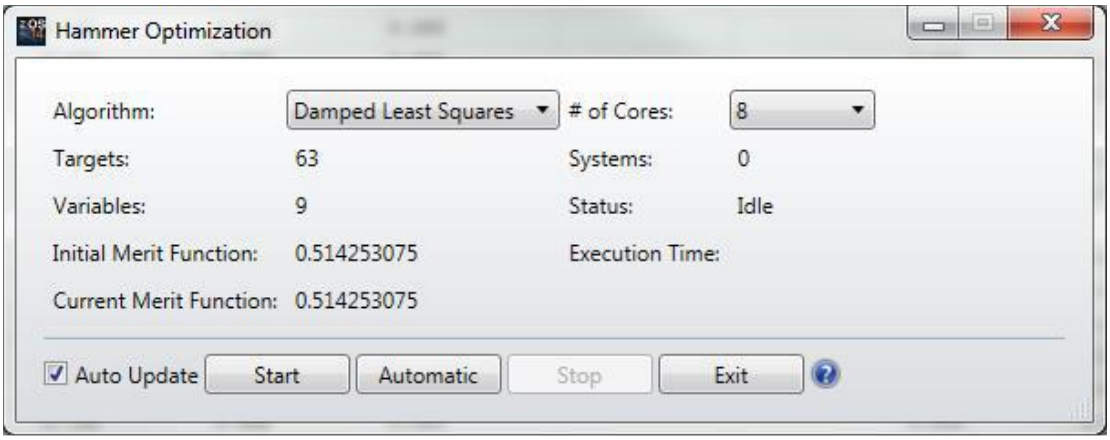
退出 关闭全局优化对话框。

锤形优化 (Hammer Optimizer)





“锤形优化”可在“优化”菜单的“全局优化”部分中找到。此功能可自动重复优化设计，以跳出评价函数中的局部最小值。



有关更多的信息，请参阅优化总览（Optimization Overview）中的“锤形优化算法（Hammer Optimization algorithm）”。

设置：

算法 选择阻尼最小二乘法 (DLS) 或正交下降法 (OD) 。DLS 算法适用于大多数成像系统，而 OD 算法适用于有噪声的、低精度评价函数的系统，如照明系统。更多详细信息，请参阅“执行优化 (Performing an optimization) ”。

内核数目 选择执行优化的内核数量。即使在单个 CPU 计算机上，也可以选择多于 1 个，在这种情况下，单个 CPU 将共享同时执行多个任务。默认值是操作系统检测到的处理器数量。

自动更新 如果选中该项，OpticStudio 将在每一个优化周期结束时自动更新并刷新所有打开的窗口，可以在使用任一分析功能时实时监控优化的过程。请注意，窗口可以更新的最快速度是每 5 秒一次，以便在更新期间保持用户界面的响应度。

开始 开始锤形优化循环。锤形优化将载入该镜头，并通过调整和优化来尽力锤炼系统。每次镜头被优化后，都会以临时文件的形式保存在硬盘中。

自动 调用常见（局部）阻尼最小二乘法 (DLS) 或正交下降法 (OD) 优化并在自动模式中运行。有时在镜头尚未得到优化时，调用锤形优化前对镜头进行此优化是非常有用的。

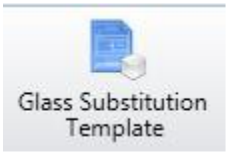
停止 终止锤形优化。

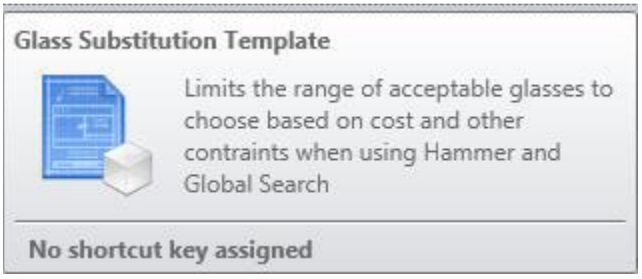
退出 关闭该对话框。

锤形优化窗口显示了初始评价函数值和迄今为止发现的最佳评价函数值。尽管有时候好的结果可能在几分钟之内得到，但仍应该让算法运行几个小时，最好是一个通宵。可点击停止按钮终止搜索，然后选择退出。

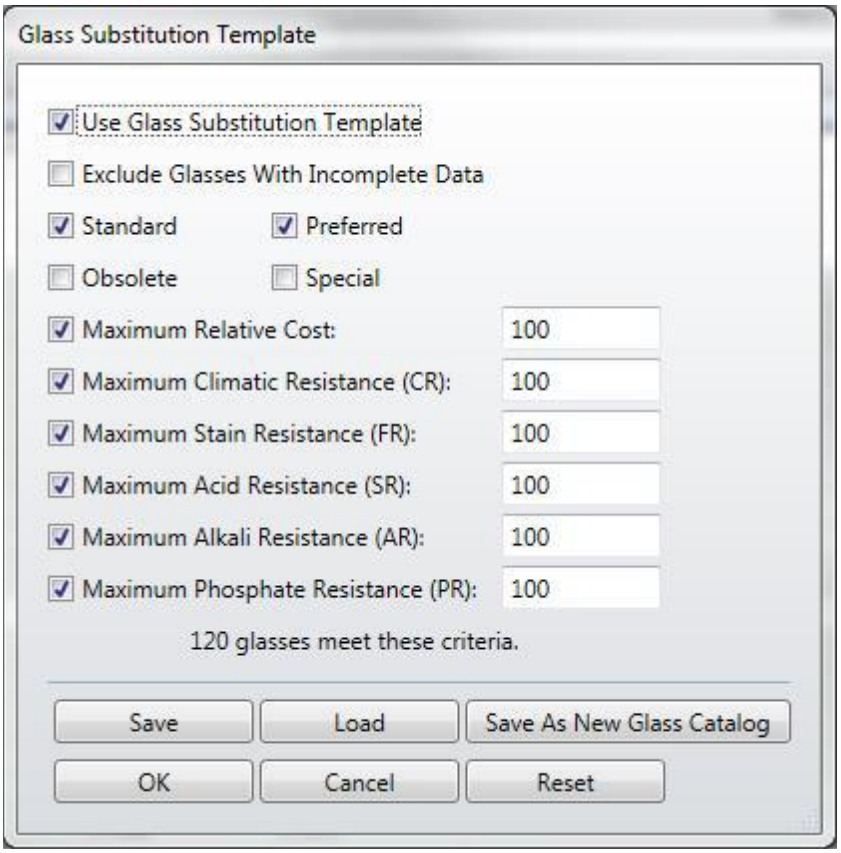
如果 OpticStudio 异常终止，可以在临时文件中找到最后保存的锤形优化文件。该临时文件名是从起始镜头文件名构造来的。如果正在被优化的镜头被存放在文件夹 C:\Zemax\SAMPLES\MYFILE.ZMX 中，那么这个临时文件将被命名为 C:\Zemax\SAMPLES\MYFILE_HAMMER.ZMX。

玻璃替换模板（全局优化组）Glass Substitution Template (global optimizers group)





“玻璃替代模板”位于“优化”菜单的“全局优化”部分。当使用“锤形优化”和“全局优化”时，此功能会根据成本和其它限制来控制可接受的玻璃选择范围。



Settings:
设置：

使用玻璃替代模板 如果选中，则使用定义的参数来限制提供给全局优化替换的玻璃材料。

排除数据不全的玻璃 如果选中，具有不完整模板数据的玻璃将不会被用于全局优化中。只有对应于非零模板值的数据才在排除玻璃前被用于测试。

标准、首选、废弃、特殊 这些复选框表示可接受的玻璃的设置状态。这些选项是多选的。例如，如果同时选中“标准”和“废弃”，则可接受“标准”或“废弃”的玻璃。请注意，单个玻璃只可能有一种状态。

最大相对成本 最大相对成本。以 Schott BK7 的成本为 1.0 作为基准，其它所有的玻璃成本都更高，且相对成本也比较高。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框忽略相对成本。

最大抗温性 (CR) CR 的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略 CR。

最大抗污性 (FR) FB 的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略 FR。

最大抗酸性 (SR) SR 的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略 SR。

最大抗碱性 (AR) AR 的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略 AR。

最大抗磷酸盐 (PR) PR 的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略 PR。

保存 将当前设置保存到*.GST文件。

载入 从以前保存的*.GST文件中加载设置到当前设置内。

另存为新玻璃库 将所有符合当前标准的玻璃保存到新玻璃目录中。

确定 接受当前设置。

取消 恢复到之前的设置。

重置 恢复默认设置。

讨论：

如果未选中“使用玻璃替代模板”，且没有明确排除玻璃（通过在玻璃目录中选中“排除替换 (Exclude Substitution) ”），并且玻璃工作波长范围适合当前的镜头，则可以选择当前目录中定义的任何玻璃。对于不包含成本或抗性信息的玻璃，玻璃目录中将显示“？”表示。如果没有为玻璃提供成本或抗性数据，则选中“排除没有数据的玻璃”时，玻璃将不会被选中。模板数据与镜头文件将被一起储存，所以模板参数是相对镜头文件特定的。如果没有玻璃符合指定的模板参数，玻璃替代状态将被自动删除。

玻璃替换模板也可用于模型玻璃转换到实际玻璃的操作中。将模型玻璃转换为实际玻璃时，可能找不到符合模板规格的玻璃。如果发生这种情况，OpticStudio 将首先忽略“排除没有数据的玻璃(Exclude Glasses With No Data) ”选项，然后再次尝试找到合适的玻璃。如果仍然没有发现符合规格的玻璃，OpticStudio 则会完全忽略该模板并再次尝试。如果仍然没有找到合适的玻璃，即便在玻璃没有合适的波长范围或与模型玻璃参数相差甚远，也会使用产品目录中排序为 1 的玻璃作为替代，无论其属性如何。

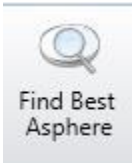
相对成本，CR，FR，SR，AR 和 PR 的单独匹配可通过选中每个描述旁边的复选框来选中或取消选中。

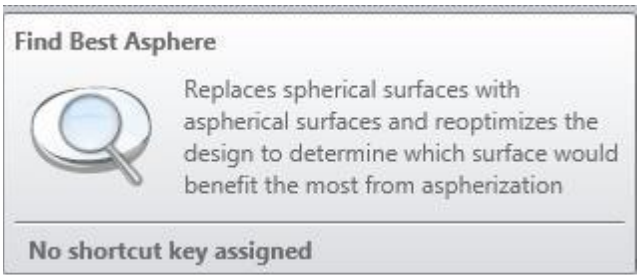
优化工具组(Optimization Tools Group)

以下均是常用的优化工具。

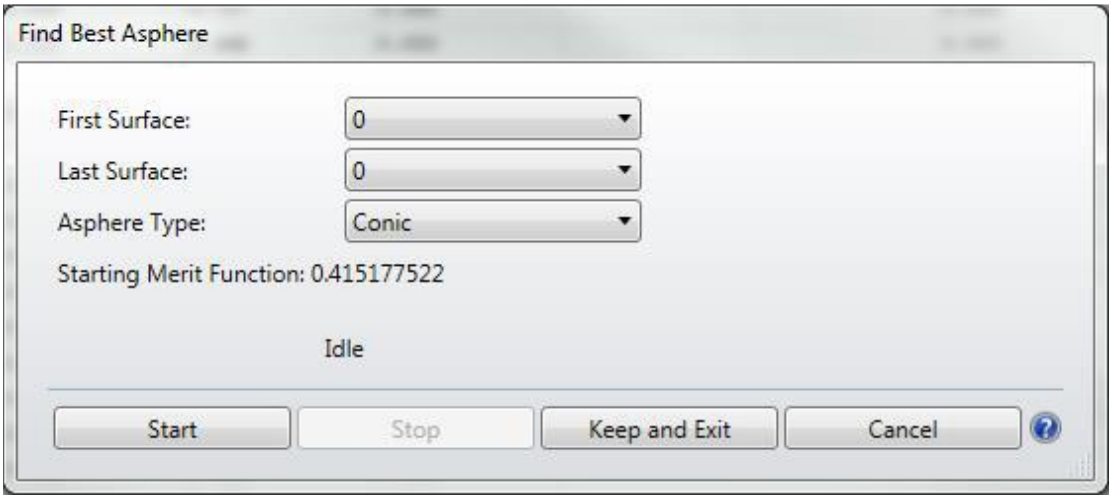


寻找最佳非球面(Find Best Asphere)





“寻找最佳非球面”工具可以在“优化”菜单的“优化工具”部分找到。该功能用非球面代替球面，并重新优化设计以确定哪一个表面将从非球面化操作中受益最大。



设置：

起始面/终止面 该控件可设置考虑替换非球面的表面的范围。

非球面类型 以圆锥系数或偶次多项式非球面能达到的最大级数来定义选择非球面。

开始 开始分析。分析完成或停止后，再次选择开始将放弃之前的结果，并使用当前的表面范围和非球面类型选择再次搜索最佳的非球面。

停止 停止运行中的分析。

保存并退出 保存找到的最佳非球面并退出。

取消 放弃所做的更改并退出。

讨论：

该功能自动确定哪一个球面（如果作为非球面重新优化）将提供最低的评价函数值。将评估每个表面以查看它是否可作为候选非球面。需要考虑的是，表面必须是标准面（Standard）、无圆锥系数值、明确的空气和玻璃之间边界（粘连的表面将导致不好的非球面结果）、曲率可变的或是由边缘光线角度求解或 F/#求解控制的，并且曲率不受多重结构编辑器控制。不符合这些的表面将被忽略。

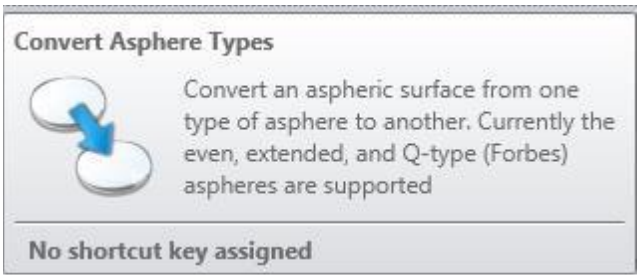
当候选表面被确定时，表面转换为用户所选类型的非球面。非球面项被设置为优化变量。然后调用局部阻尼最小二乘法来优化修改后的系统。如果所得到的系统具有最低的评价函数值，则保留该系统。重复该过程，直到所有表面均被评估过。最后，该功能将报告哪一表面在转换为非球面并优化后具有最低的评价函数值。注意，当前定义的评价函数将被使用，在此过程中所有的变量都将被重新优化。当前的评价函数应适用于非球面设计，这可能需要使用比不是非球面的设计更高的采样才能获得良好的优化。

请注意，与所有局部优化结果一样，该优化也无法知晓找到的解是否为优化函数、变量和设计参数组合的“全局最优解（Global Minimum）”。出于这个原因，一旦确定了最佳候选非球面，在最终设计上运行锤形优化通常是一个很好的办法，用以查看是否有更好的设计结果。

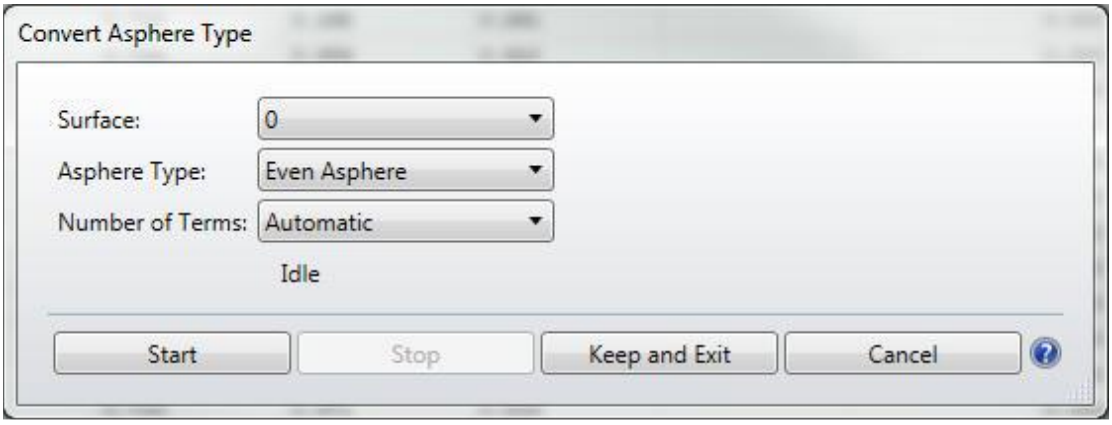
该功能将没有举措尝试确定所得到的非球面是否可以实际加工，或者对比加工该非球面或其它表面的加工成本。在使用此功能时也必须注意，因为结果对于多重结构系统可能没有作用，尤其是那些在某些结构中忽略部分表面而在其它结构中不忽略这些表面的系统。为了防止任何特定表面被选为可能的非球面，可以移除这些表面曲率半径的变量状态，或者暂时输入一个小的圆锥系数值（如 1E-20），使得该功能将不会认为以上表面为候选非球面。

非球面类型转换(Convert Asphere Types)





“非球面类型转换”工具位于“优化”菜单的“优化工具”部分。此功能可将非球面从一种非球面类型转换为另一种非球面类型，并通过计算，得出与现有表面类型的矢高最佳匹配的系数。支持偶次、扩展和 Q 型 (Forbes) 非球面。



设置：

表面 选择要转换的表面。

非球面类型 选择一种可支持的非球面表面类型进行转换。

项目数 在转换中使用的非球面项级数，或允许OpticStudio自动做出合理猜测。

开始 开始转换。

停止 停止运行中的转换。

保存并退出 保存转换后的非球面并退出。

取消 丢弃转换后的非球面并退出。

讨论：

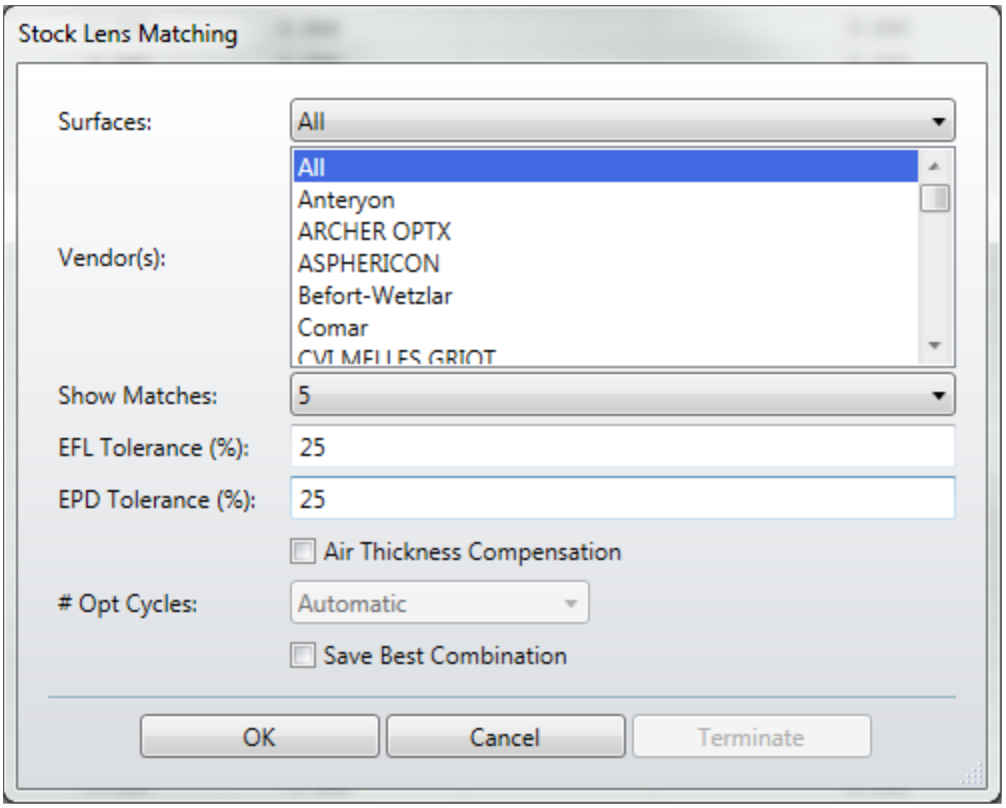
此功能可以将表面自动从一种类型的非球面转换为另一种类型非球面。目前支持偶次、扩展和 Q 型非球面。OpticStudio 根据旧的非球面项级数自动确定新非球面的非球面项级数，也可以通过选择特定的项数实现。转换是通过最小二乘法拟合完成的，故新的非球面与旧非球面之间的表面矢高为最小的 RMS 差异。只有表面的净口径或半直径用于确定实现拟合的区域，并且对于使用归一化半径的非球面，净口径或半直径应用于归一化半径。如果初始非球面的半径或圆锥系数是非零数或变量，则这些参数在拟合过程中也是可变的，即新的非球面可以修改这些值。在拟合过程结束时，将报告以透镜单位为单位的残余 RMS 表面矢高误差。如果非球面转换是有效的，那么相对于表面的净口径或半直径，该值应该非常小。如果残差太大，则可以使用较高的项数来减少残余误差。

库存镜头匹配工具(Stock Lens Matching)





“库存镜头匹配”工具位于“优化”菜单的“优化工具”部分。此功能可查找与当前系统中定义镜头匹配的库存镜头。



设置：

面 镜头表面匹配。可选择全部或变量。如果选中全部，所有存在玻璃表面的玻璃元件将进行匹配。如果选择变量，则所有曲率半径为变量的玻璃元件将进行匹配。

生产厂商 选择所有或特定的镜头供应商。

显示匹配结果 最大显示的镜头数量。

EFL公差（%） 匹配库存镜头可偏离当前定义镜头的最大EFL公差。该值为EFL差值除以当前定义镜头的EFL，以百分比表示。

EPD公差（%） 匹配库存镜头可偏离当前定义镜头的最大EPD公差。匹配镜头的EPD不会小于当前定义镜头的EPD。该值是EPD差值除以所当前定义镜头的EPD，用百分比表示。

空气厚度补偿 如果选中，在匹配的库存镜头放置后，空气厚度将被作为变量重新优化，优化将使用指定次数的阻尼最小二乘法（DLS）。

优化次数 在优化空气厚度时使用DLS的周期数。此选项仅在启用空气厚度补偿时可用。

保存最佳组合 如果选中，最佳镜头组合将保存在名称为{lens_name}_SLM 的当前目录中。

讨论：

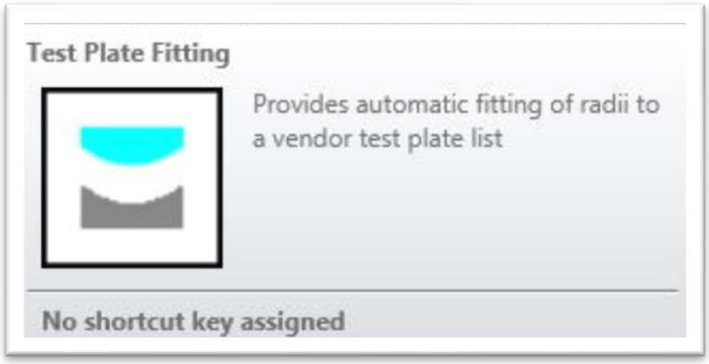
此功能可自动为光学系统中的镜头设计找到合适的可替换库存镜头。OpticStudio 将在选定供应商目录中搜索匹配镜头元件。 EFL 公差设置和 EPD 公差设置用于限制所考虑的库存镜头范围。内部定义的附加限制标准可为形状因子、波长范围和元件数量。当 OpticStudio 发现潜在匹配时，会将库存镜头数据复制到原始系统中，并评估评价函数。将在文本中显示每个元件的最佳匹配列表以及由此产生的评价函数值。另外，将计算最佳匹配的最佳组合方式来找到最佳的库存镜头组合，这些结果也将列在文本结果中。

此功能用在球面单透镜和胶合、多元件镜头中。空气间隔双合透镜和其他多元件镜头将被作为单独的元件进行匹配。不支持非球面，GRIN（渐变折射率表面）和环形面。匹配过程耗时程度取决于要匹配的元件的数量、选择供应商的数量以及评价函数的复杂性。尽管无法预先确定完成匹配所需的确切时间，在对话框的标题栏中仍有进度显示指示，以指示匹配进度。 如果进程时间过长，可以使用“终止”按钮中止进程。

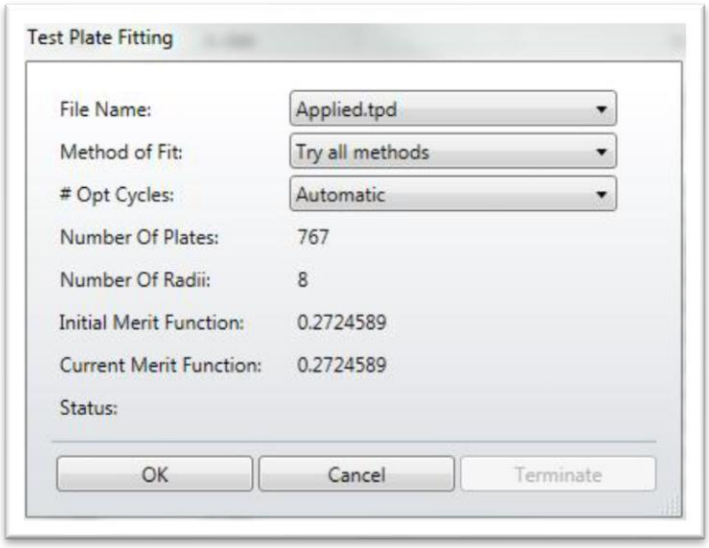
请注意，许多库存镜头使用默认的 COATING.DAT 文件提供的加密膜层。如果使用不同的膜层文件，则需要将库存镜头的膜层复制到 COATING.DAT 的结尾处。如果此工具使用 COATING.DAT 以外的涂层文件，则 OpticStudio 将发出警告。此工具只适用于较新的二进制格式镜头目录 (ZMF) 文件; 较早的 ZMF 文件可能是文本格式。所有当前供应商目录和使用“创建个人镜头库 (Make Private Lens Catalog) ”工具创建的目录都是二进制格式。

样板匹配（ Test Plate Fitting)





在优化选项卡的优化工具部分提供了样板匹配工具。该工具提供了依靠厂商样板列表的曲率半径自动匹配。只有在执行工具之前被设为变量的曲率半径才可以被匹配。



设置:

[文件名称] (File Name) 选择不同的样板列表。
[拟合方式] (Method of Fit) 选择匹配顺序，可能会影响匹配质量。见下文。
[优化次数] (#Opt Cycles) 选择优化执行的周期数，或由 OpticStudio 自动安排。

讨论:

当前的评价函数用来作为拟合过程的评价指标。给一个指定的曲率半径匹配样板，需要先在镜头数据编辑器中使其成为变量，或使多重结构编辑器中相应的 CRVT 操作数控制的曲率半径成为变量。可以用任意多的曲率半径同时去匹配样板。OpticStudio 会尝试匹配所有的标记为变量的曲率半径，即使表面为非球面的，例如环形面、圆柱面或其它非球面。为防止给不必要的表面进行半径匹配，要在进行匹配前删除这些表面曲率半径的变量标记。

使用样板匹配工具，需要选择使用具体厂家的样板文件。可选匹配方式如下：

尝试所有方法 (Try All Method) ：尝试下述所有方法，并采用产生最小评价函数值的方法。
最佳到最劣 (Worst to Best) ：首先从曲率半径与样板（以 Fringe 测量）匹配最佳的情况进行样板匹配。
最劣到最佳 (Worst to Best) ：首先从匹配最劣的情况进行样板匹配。
长到短 (Long to Short) ：首先从最大曲率半径进行样板匹配。
短到长 (Short to Long) ：首先从最小曲率半径进行样板匹配。

点击 OK 开始匹配，在进行任何匹配拟合之前，OpticStudio 将在起始系统上进行局部优化。如果系统是没有完全优化的，匹配拟合所使用的起始半径可能与镜头数据编辑器中显示的不同。然后 OpticStudio 将在所有半径及所有样板之间寻找最佳匹配（以 Fringe 为单位）的样板列表。每个样板的形状必须是正确的（凸面、凹面或二者皆有），并且其直径必须足够大，以便检测透镜表面的净口径（如在镜头数据编辑器中设置的净口径或半直径值）。若样板直径至少为透镜表面净口径或半直径的 3/4，则样板就可以被认为有足够的直径（如果样板直径定义为零，则该测试不可用且任何半直径值都可被接受）。要匹配表面的边缘矢高必须和样板在该净口径或半直径值的矢高差不超过 0.2mm。如果超过该值，意味着在光焦度上的差距有几百个 Fringe，并且未能匹配样板可能会将评价函数增长到难以接受的程度。

与某一个曲率半径最佳匹配的样板半径将被替代进来作为实际曲率半径。该半径的变量求解将被去掉，镜头将再次被优化。因此，在优化中为了补偿样板匹配带来的系统改变，将间隔厚度作为变量是很重要的。再次优化将调整所有剩余的变量，包括剩下的半径（设置了变量但未被样板匹配的）。注意优化将使用当前的评价函数。优化后，如果还剩有半径变量，上述过程将重复。注意曲率半径通常不按其在镜头数据编辑器或多重结构编辑器中的顺序进行样板匹配。

在样板匹配过程中会显示剩余的曲率半径数量和当前的评价函数值。在所有的半径都进行样板匹配之后，将显示匹配报告。报告内将显示供应商身份信息，并以列表列出被改变的曲率半径以及选中的供应商样板 ID 号。

无法获知所选的样板是不是最佳。如果样板列表中有很多样板，且各样板的值间隔不大比较连续，样板匹配的结果通常都很好。

如果在匹配过程中，评价函数出现不可接收的增长，意味着需要使用不同供应商的样板列表、修改设计方案、或是对于某些镜头需要采用自定义样板。

通常，最后匹配的曲率半径可考虑采用自定义样板。报告内将显示匹配曲率半径的顺序。

使用“尝试所有方法 (Try All Method) ”选项将产生总体评价函数最小值，这是因为该方式尝试

了所有4种方法，并把能得到最小的评价函数的方法保留下来。但是，除了列出的这4种算法外，可能存在其它算法能产生更好的匹配。

有可能存在算法无法对指定曲率半径找到匹配样板的情况。此情况可能在没有样板存在足够大的直径与所要求的曲率半径接近。当遇到这种情况，报告文件中将显示“找不到匹配（NO MATCHFOUND!）”的信息，随后此半径将被忽略。通常，这意味着用户要自己定义与此半径匹配的样板。

所有样板数据由各自供应商提供，不提供数据精度和完整度的保证。为了得到最新的供应商样板列表，请与供应商联系。更新的样本列表可被添加至 OpticStudio 中。样板数据文件的扩展名为.TPD，并且必须放在<data>\ Testplate 文件夹中（参阅“文件夹（Folders）”）。文本文件使用以下格式编写：

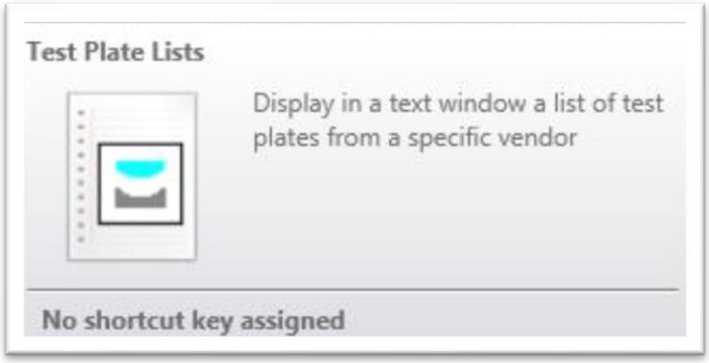
! Header line 1
! Header line 2
! etc... up to 15 lines of header info is supported
partname radius diameter code
partname radius diameter code
partname radius diameter code
partname radius diameter code
etc...

此处，partname是ID数或样板的名字，radius是以毫米为单位的曲率半径，diameter是以毫米为单位的实际样板直径，code 是一个整数。若仅有凹面，则代码为-1；若既有凹面又有凸面，则代码为 0；若仅有凸面，则代码为 1。这 4 个值必须在一行内，用空格符或制表符分隔开来。在 partname 参数中不能使用空格符或制表符。每个样板（或一对样板）应该在一行内，各行用换行符分开。数字值可以是任意格式的，但必须以毫米为单位。每个文件最多可有 30000 个样板。Header Line 可以用做任何目的，最典型的是用来记录供应商的名字、地址、电话号码、电子邮件以及其它联系方式信息。当 OpticStudio 在样板列表或匹配报告上列出数据时，“！”将变成空格。

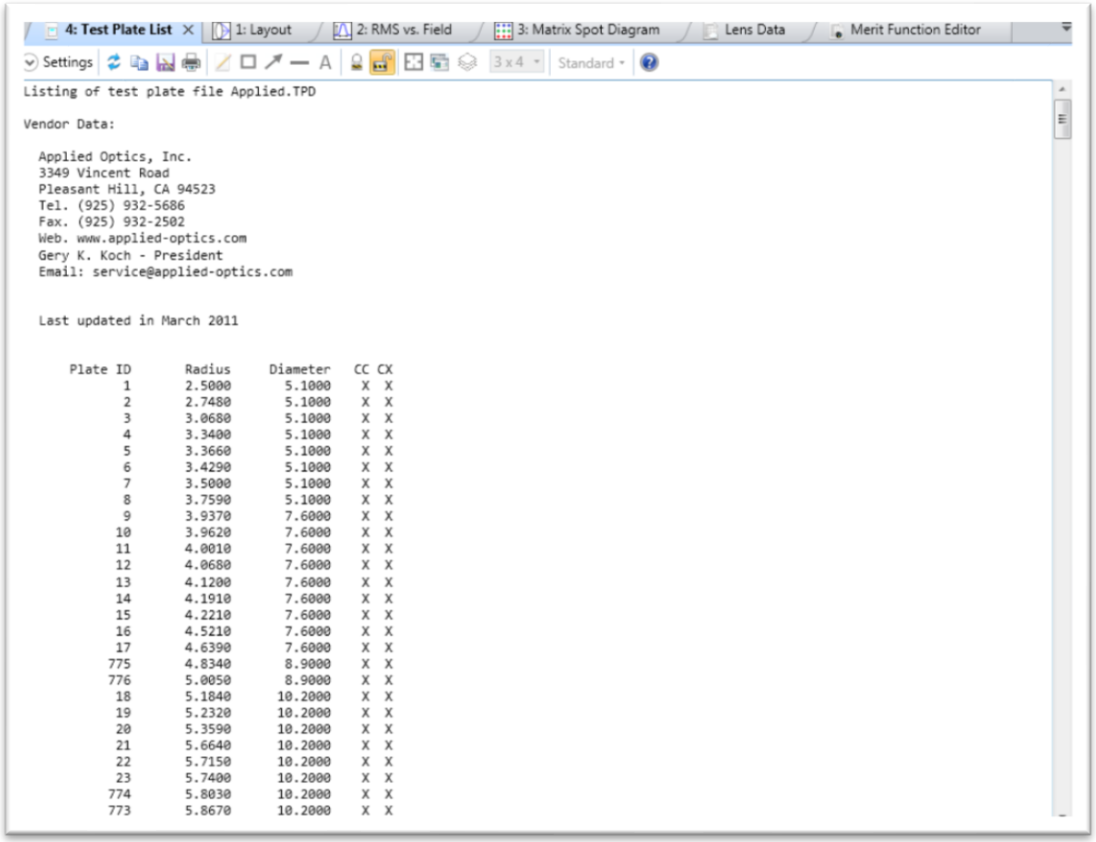
样板列表（优化工具组） Test Plate Lists (optimization

tools group)



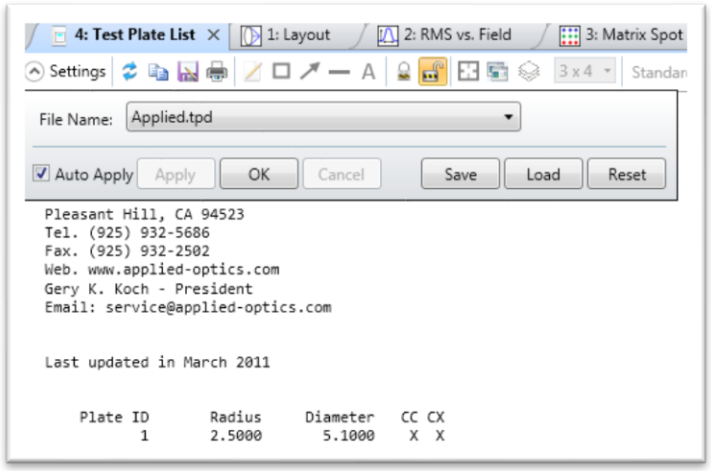


在优化选项卡的优化工具部分可以找到样板列表工具。此工具显示在一个文本窗口中，将列出来自指定供应商的样板列表。



设置:

[文件名称] (File Name) 通过在窗口左上角展开设置菜单，可更改选用的样板文件名称。文件必须放在<data>\ Testplate 文件夹中（请参阅“文件夹 (Folder) ”）。



讨论:

报告中所有单位都是毫米，CC 列和 CX 列分别表示有可用的凹面样板和凸面样板。

优化概述 Optimization Overview

OpticStudio 提供的局部优化（简称“优化”）功能相当强大，它能够优化具有合理起始点和一组可变参数的镜头设计。优化过程中使用的变量可以是曲率、厚度、玻璃、圆锥系数、参数数据、附加数据以及所有数值化的多重结构数据。OpticStudio 将使用阻尼最小二乘法或正交下降算法进行优化计算。这两种算法能够优化加权目标值组成的评价函数，这些目标值称为“操作数”。OpticStudio 中有几种不同的默认评价函数，在之后部分进行描述。使用评价函数编辑器可以很容易地改变这些评价函数。有关这一过程的详细描述，请参见“修改评价函数 (Modifying the merit function) ”部分。

优化需要三个方面的考虑：1）存在一个可被追迹的合理光学系统；2）对变量的规范说明；3）评

价函数的设置。合理的系统意味着系统不是被松散定义的，即系统不会因为其设计构思较差而不能被优化算法优化至想要达成的系统设计（尽管有时存在例外）。变量可在不同的编辑器中定义（在后续内容介绍），并且系统内至少存在一个变量时，优化算法才能对系统进行改进。

本章节内所描述的优化功能内所使用的算法用于针对指定评价函数寻找局部最小值。然而，OpticStudio 也能够寻找评价函数的全局最小值。全局最小值是评价函数的最低可能值，如果适当的选择评价函数，该值意味着问题的可能最佳解。全局优化功能不适合初学者，而且也不适合交互式设计。详细描述请参阅“全局优化 (Global Optimization) ”。

选择优化变量 (Selecting optimization variables)

优化变量的设置可以通过对高亮的镜头数据编辑器参数按 Ctrl-Z 实现。参见设置选项卡的“镜头数据编辑器 (Lens Data Editor) ”部分。注意，Ctrl-Z 键是一个状态切换键。多重结构编辑器中也包含可以用 Ctrl-Z 设置成变量的数值参数。玻璃材料不能直接被定义成变量，因为其离散性。关于玻璃材料的优化，请参见优化选项卡中的“全局优化 (Global Optimizers) ”部分。

修改评价函数 (Modifying the merit function)

用户可以修改评价函数。要改变评价函数，可以从设置选项卡上的编辑器部分或从优化选项卡上的自动优化部分打开“评价函数编辑器 (Merit Function Editor) ”。使用插入和删除键可以在列表中加入新的操作数或是删除某些操作数。评价函数的当前值和每一个操作数的值可以通过点击更新 (Update) 按钮来更新。可参阅优化选项卡的“评价函数编辑器工具栏 (Merit Function Editor Toolbar)”部分。

通过在第一列中键入操作数的名字，并填好其余的数据项来设置操作数。定义一个操作数可能填写需要多个数据项。具有名为 Int1 和 Int2 的两个整数数据项和 Data1 到 Data6 的 6 个双精度值数据项。不是所有的操作数会支持使用所有数据项。

Hx，Hy，Px 和 Py

许多操作数使用 Data1 到 Data4 来代表 Hx，Hy，Px 和 Py 的值，这些值为归一化的光瞳和视场坐

标（参阅“归一化视场坐标 (Normalized field coordinates) ”）。注意，OpticStudio 不会去检验指定的 Hx，Hy，Px 和 Py 坐标是否在单位圆内。例如，光瞳坐标 (1,1) 实际上位于入瞳之外，但是在追迹这些光线时不会得到错误提示，除非这些光线在物理上是不能被追迹的。

目标值，当前值和权重 (Target, Value, and Weight)

目标值 (target) 是指定参数的期望值。对每一个操作数目标值与当前值之差的平方求和，得到总评价函数的值。在优化中，操作数的当前值和目标值本身并不重要，重要的是它们之间的差别。这个差值越大，对评价函数值的贡献就越大。

权重 (weight) 表示参数的相对重要程度。权重可以是任意数字，正数或负数均可。然而，权重为正数、零、负数时，优化的表现会有所不同。

贡献百分比 (Percent Contribution)

此列以百分数列出了每个操作数对于总评价函数的相对贡献。此列不能由用户编辑。

操作数的权重小于零 (Operand weights less than zero)

当权重为负数时，操作数被视为 Lagrangian 乘数。Lagrangian 乘数促使优化算法找到精确满足指定约束条件的解，无论其它操作数产生什么样的影响。当需要精确满足某些优化目标的时候，此方法十分有用，例如针对焦距和放大率的优化。从某些角度此举可以被看作为操作数加设“无穷大”的权重，但区别在于其实现起来在数值上更稳定。

因为变量和操作数目标值之间的关系通常是非线性的，OpticStudio 可能不能在一个优化周期中就收敛到精确的目标值。然而，如果解存在的话，多周期优化中，通常会在进行几个周期的优化后将数值收敛到高精确度的 Lagrangian 目标值。可定义所提供变量无法达到的 Lagrangian 目标值，特别是有多个 Lagrangian 目标值被定义的时候。为计算总的评价函数值，OpticStudio 使用的是权重的绝对值。

为得到更好的解，如果可以的话，尽量少使用 Lagrangian 乘数。对于需要优化至（或近似于）指定数值的操作数而言，通常可以为其设置更大的权重，以获得更好的优化结果及数值精确度。。如果具有普通权重（比如-1）的 Lagrangian 乘数操作数不能精确收敛，可尝试更大数量级的负权重（比如-1000）。此举可以让评价函数在接近目标值时下降。Lagrangian 乘数不适用于边界操作数，例如 CTGT，因为对这种类型的操作数不能时刻正确计算出其导数。

操作数的权重等于零 (Operand weights equal to zero)

当权重为零时，优化算法将计算该操作数的当前值，但在加权计算评价函数值时忽略这个操作数

的贡献。在计算可用于评价函数其它地方的无指定目标值或可用于检查及监控参数作用的操作数时，该方式十分实用。

操作数的权重大于零 (Operand weights greater than zero)

如果操作数的权重大于零，它将被看成“失常”操作数随评价函数一起被最小化。绝大多数的操作数应该具有正权重。

评价函数的定义 (Merit function definition)

评价函数定义为：

$$MF^2 = \frac{\sum W_i (V_i - T_i)^2}{\sum W_i},$$

这里的 W 是操作数权重的绝对值，V 是当前值，T 是目标值，下标 i 表示操作数序号（操作数列表中的行号）。“i”的总数一般为评价函数中的操作数总数，但是评价函数列表功能（参阅“评价函数排列 (Merit Function Listing) ”将分别对用户定义和默认操作数求和。

操作数权重的注意事项 (Notes on Operand Weights)

运算性的操作数 (SUMM、OSUM、DIFF、PROD、DIVI、SQRT) 可结合参数型操作数（CVGT、CVLT、CTGT、CTLT 等等）一起来定义常用及复杂的优化操作数，就像“定义复杂操作数 (Defining complex operands) ”一节中所讨论的那样。

因为参数间存在数值上或数量级上的差异，例如有效焦距（几十毫米或更多）和 RMS 点列图半径（微米量级）之间的差异。通常对以镜头单位测量的量，1 的权重就足够了。然而，有该权重的有效焦距的残余量不可能是零。增加权重将使得出的系统具有更接近期望的有效焦距值。当定义 ETGT 操作数（边缘厚度大于）时该影响显而易见。通常目标值为零的 ETGT 操作数会产生一个稍比零小一点的值。相比于单纯地增加权重，提供一个 0.1 的目标值或其它类似的数会更为简单。

当对操作数列表修改之后，可以使用工具栏中的 Update 按钮更新每个操作数的当前值。它还可以用于查看每一个操作数的当前值，以及哪一个操作数对评价函数的贡献最大。贡献百分比如下定义：

$$\%\ \text{contrib}_i \;=\; 100 \times \frac{W_i(V_i - T_i)^2}{\sum_j W_j(V_j - T_j)^2}.$$

这里，j 参量表示对所有操作数求和。

评价函数随镜头文件被自动保存。

理解边界操作数 (Understanding Boundary Operands)

边界操作数，例如 MNCT、CTGT、DIMX，以及其它与指定目标值的操作数表现有所不同的操作数（如 TRAR 和 REAY）。当你指定一个参数的边界时，可以通过指定目标值作来定义边界。例如，为保证表面 5 的最小中心厚度是 10mm，你可以使用如 CTGT 5 10 的命令（在这里，5 在 Int1 列中，10 在目标列中）。如果你更新评价函数并观察操作数的当前值一列，该值有两重可能性：1）如果违反边界条件，也就是中心厚度小于 10，那么将显示厚度的实际值；2）如果没有违反边界条件，也就是中心厚度大于 10，那么显示的值即为 10。

这一规则是，如果违反边界条件，则显示实际值；如果不违反边界条件，该当前值显示为目标值，并且优化算法将忽略该操作数。如果在优化过程中违反边界条件，则该值将被自动更新，优化算法将尝试优化这个违反条件的参数。

约束一系列表面的操作数将稍微复杂一些。这些针对多个表面的操作数将返回指定表面范围内所有的违反边界条件的总体影响。例如操作数 MNCT 1 10 约束第 1 面到第 10 面的最小中心厚度。如果目标值是 3.0，将用于定义边界条件，那么操作数的当前值与目标值之差是表面 1 到 10 之间所有中心厚度小于 3.0 的表面的厚度与 3.0 之差的总和。如果在该范围内只有一个表面的中心厚度小于 3.0，比如 2.5，那么该操作数的值就是 2.5。如果再加上第二个厚度小于 3.0 的面，比如 2.2，那么该操作数的值是 1.7（2.5 减去 0.8，0.8=3.0-2.2）。操作数的目标值与当前值之间差值是 3.0-1.7 或 1.3。1.3 的差值是因为第一个面偏离了 0.5，第二个面偏离了 0.8。

如果计算这些边界操作数的值看起来很费解的话，不要担心，OpticStudio 将为你做所有的计算。你需要做的全部工作就是指定边界的类型（例如 MNCT 或 MNET）、边界的范围（1 到 10 面，或是其它表面范围）以及期望值（3mm 或其它任意值）。如果满足了所有的边界条件，那么操作数的当前值等于目标值，否则操作数的当前值不等于目标值而且评价函数的值会增大。增大了的评价函数会促使优化算法减小该操作数对评价函数的贡献。

如果某一边界操作数看起来不起作用，可以通过下面的几种做法来检验：

1）确认你所定义的变量对边界操作数有一定的影响。常见的错误是例如在 MNCT 操作数指定的表面范围中存在固定厚度的表面。如果厚度值违反了边界条件同时它又是不可变的，OpticStudio 将无法对其修正。操作数本身不会忽略违反边界条件但固定的值。

2）如果存在较小的剩余误差，尝试加大边界条件的值。例如，如果使用目标值为 0.0 的 MNCT 操作数，并且当前是一个较小的数（比如-0.001），问题并不是该操作数不起作用，只是剩余误差太小不能使评价函数有显著的增加。通常做法是把目标值增大到 0.1 或其它的值，而不是直接增加权重。增加权重只会得到一个更小的违反边界条件的量（比如-0.0000001）而不是达到边界值。

3）检查操作数是否存在针对评价函数而言的合理贡献值，可以通过简单地查看百分比贡献值一列检查它。如此，检查问题操作数对总评价函数是否存在足够的影响。如没有足够的影响，则加大权重或查看前面的章节中关于改变目标值的建议。

理解边界操作数是掌握 OpticStudio 优化至关重要的部分，并且做少许的尝试你就会发现它们提供了非常好的控制性及灵活性。

执行优化（Performing an optimization）

要执行优化，单击“执行优化 (Optimize!) ”按钮。该按钮在优化选项卡的自动优化部分。

对于更多的信息，请参阅优化选项卡的“执行优化 (Optimize!) ”部分。

定义复杂操作数（Defining complex operands）

尽管默认评价函数加上一些预先定义的操作数可完全适用于绝大多数的光学设计，但仍存在一些时候需要在评价函数中加入一些不寻常的约束条件。不同于定义数目繁多的特定操作数，OpticStudio 允许您建立自己的操作数简单模块。。

OpticStudio 支持常规操作数定义，有两个窍门可以用于创建这些操作数。首先，用权重为 0 的某

些操作数来定义你所需要的参数，然后用运算性操作数来定义它们之间的关系。例如，假定要求表面 3 厚度和表面厚度的和是 10。有一个操作数 TTHI 可以做到这一点。命令的结构如下所示：

序号	类型	Int1	Int2	目标	权重
1	TTHI	3	4	10	1

然而，只作为例子，注意以下方式也可以计算同样的值：

序号	类型	Int1	Int2	目标	权重
1	CTVA	3		0	0
2	CTVA	4		0	0
3	SUMM	1	2	10	1

操作数 1 用中心厚度值 CTVA 操作数读取表面 3 的厚度。类似地，操作数 2 用于读取表面 4 的厚度。两个操作数的权重均为 0 确保优化算法忽略这两个约束条件，将只用于中间步骤。操作数 3 将两个操作数相加，结果是表面 3 和 4 的厚度之和，即成为操作数 3 的值，并且设置它的权重为非零值。优化算法将使该值尽可能接近 10。

如果一个简单的 TTHI 命令就可以做到同样的事情，我们为什么还要经历三个步骤的过程？原因在于这种方法可以扩展到开发一般的操作数，例如假定您想要表面 5 的曲率半径中心位于表面 8 的顶点。研究下面的命令看您是否明白它是怎么做到的：

序号	类型	Int1	Int2	目标	权重
1	CVVA	5		0	0
2	TTHI	5	7	0	0
3	PROD	1	2	1	1

CVVA 操作数读取表面 5 的曲率，也就是想要控制的曲率。TTHI 5 7 计算表面 5 到表面 8 的距离（注意我们设置表面 7 来求取至表面 8 的距离，因为表面 8 的厚度是表面 8 到表面 9 的距离）。因为表面曲率是曲率半径的倒数，此例重曲率和距离的乘积必须是 1，所以操作数 3 的目标值是 1。在整个序列中操作数 3 也是唯一设置权重的操作数。

现在考虑以下要求：表面 5 的厚度必须大于表面 4 的曲率半径的两倍加表面 2 的圆锥系数值（这是无意义的，但目前用于说明这种方法的灵活性）：

序号	类型	Int1	Int2	目标	权重
1	CTVA	5		0	0
2	CVVA	4		0	0
3	CONS			2	0

4	DIVI	3	2	0	0
5	COVA	2		0	0
6	SUMM	4	5	0	0
7	DIFF	1	6	0	0
8	OPGT	7		0	1

操作数 1 读取表面 5 的（中心）厚度；操作数 2 读取表面 4 的曲率；操作数 3 设置常数 2；操作数 4 将常数 2 除以曲率（产生曲率半径的两倍）；COVA 读取圆锥系数；SUMM 对操作数 4 和 5 求和。操作数 7 取厚度和两倍半径加圆锥系数的差值。因为我们想前者大于后者，我们设置一个操作数大于的约束条件，一个唯一有非零权重的操作数。

优化变焦和多重结构镜头 (Optimizing zoom and multiconfiguration lenses)

对变焦镜头的优化实质上与优化常规单重结构的镜头一样。

详细信息请参阅“多重结构 (Multi-Configurations) ”。

优化公差灵敏度（优化概述） Optimizing Tolerance Sensitivity (optimization overview)

如果一个系统在公差灵敏度的影响下将显著降低其原本良好的性能，那么对于这样的系统设计而言仅有较低的评价函数值时不够的，需要对其进行减少公差灵敏度的优化。因此，最佳的设计结果应该具有较合理的名义性能，并且对加工误差不敏感。理论上在系统性能和公差灵敏度之间有一个潜在的权衡。

光学设计中的公差灵敏度来自多个方面，包括表面上入射光线的角度、像差平衡和潜在加工误差。多种相互作用的影响将使得精确预测公差变成一个困难的统计问题。公差分析的完整讨论请参阅“公差 (TOLERANCING) ”。

优化操作数 TOLR 可以原则上用于减少公差灵敏度的优化。要使用 TOLR，需要先将设计优化至合理的初始性能，然后定义相关的公差操作数、极值、补偿器和标准，这些在“公差分析 (Tolerancing) ”一章中有描述。保存公差对话框内的选项，OpticStudio 将使用这些保存的选项来计算数据并通过 TOLR 返回。保存公差分析对话框中的公差选项将创建 TOP 格式文件。将 TOLR 操作数上的文件序号设置为零以使用最近保存的公差设置。要使用特定的保存设置文件，可以输入 1 到 999 之间的一个整数。保存的设置文件名称格式必须为 TOLRnnn.TOP，其中 nnn 为 3 个整数，可在 TOLR 操作数的文件参数中指定。例如，如果所要的公差设置保存在一个文件名 TOLR005.TOP 中，文件参数值应该是 5。注意只有带有正确格式名的文件才能被参考并被 TOLR 使用。TOP 文件必须保存在<data>\Configs 文件夹中（请参阅“文件夹 (Folders) ”）。唯一不被允许的标准是“评价函数 (Merit Function) ”，因为这会导致分析无限循环。如果使用自定义脚本作为公差标准，不要在其中加载任何有 TOLR 操作数的评价函数，因为这也会导致 OpticStudio 不能探测到的无限分析循环。

作为公差灵敏度分析的一部分，OpticStudio 将计算一个名义上的性能评估并预测一个 RSS 评估变化。预测的总体性能是名义值与评估变化的和。这些值被 TOLR 计算并返回用于优化。TOLR 操作数如同其他优化操作数一样，可被设置目标值与权重。

TOLR 会使用一个“数据 (Data) ”整数值。如果数据是 0，TOLR 返回性能的评估变化。如果数据是 1，TOLR 返回名义性能值。如果数据是 2，TOLR 返回预估性能，它是名义值与评估变化的和。有关 TOLR 的第一个实例（TOLR 第一次出现在评价函数编辑器中时）是公差分析实际执行的唯一实例，因此 TOLR 对于每个评价函数只执行一次。TOLR 计算的其它值会被保存，并可被后续的 TOLR 操作数利用非零数据值找回。目前不支持其它数据值，可能被作为该功能未来扩展使用。

公差灵敏度优化部分的难点在于计算时间。复杂镜头内可能含有上百个公差操作数，并且复杂的公差标准将需要花费很多的时间去计算。当使用 TOLR 时，灵敏度分析可能需要被计算上千次甚至上百万次，导致 TOLR 的使用不切实际。下列建议可以用来改进公差灵敏度分析并使 TOLR 作用有效：

— 在使用 TOLR 之前，以不通过优化的方式测试并检验公差灵敏度分析。
— 使用“灵敏度 (Sensitivity) ”而不是“反灵敏度 (Inverse Sensitivity) ”。反灵敏度较慢且对优化无意义。
— 可能的话，对“补偿器 (Comp) ”使用“近轴焦点 (Paraxial Focus) ”。补偿器值的优化需要执行“优化中的优化”，将非常缓慢且耗费内存。但需要的时候它是被支持的。
— OpticStudio 将会自动忽略公差分析的蒙特卡罗分析部分。
— 不要使用“评价函数 (Merit Function) ”作为公差分析标准，因为这会导致无限循环。

公差灵敏度分析执行的越快，TOLR 的计算就越快，并且优化也将被执行。

用户定义的操作数（优化概述） User Defined Operands (optimization overview)

有时候，我们需要完成非常复杂的计算，并且需要对计算的结果进行优化。OpticStudio 已支持一系列这样的计算，诸如用于追迹众多光线、计算 MTF 值并将得出的单个结果数值返回至评价函数编辑器中“当前值”列的 MTFA 操作数。评价函数本身可以进行一些有限的计算，请参阅“定义复杂操作数 (Defining complex operands) ”部分的实例讨论。

然而，对于一些问题，只有用户自定义的程序的灵活性才足以定义操作数计算的数据。有两种方法可以实现这一目标：

1）通过使用 ZPL 宏。
2）通过使用外部定义和编译的程序。

ZPL 宏的使用要相对简单一些，且与 OpticStudio 很好的结合在一起，几乎不需要什么编程经验。当存在简单的宏可快速执行的时候，ZPL 宏优化通常是更好的选择。

外部定义程序编译起来会更加复杂，需要外部的 C 语言或其它语言编译器，也需要一定的编程经验。然而，外部定义程序可比 ZPL 宏语言支持的程序复杂的多，并且通常运行速度也要快。相比于简单计算，在面对复杂计算的时候使用外部编译要受益更多。

下面详细描述了通过 ZPL 宏和外部编译方式实现 UDO 的方法。

用 ZPL 宏优化 (Optimizing with ZPL Macros)

如果 ZPL 宏语言（参阅“OPTICSTUDIO 编程语言”）足够执行所需的运算，可以用 ZPLM 操作数从评价函数中调用 ZPL 宏。宏将执行所需的运算，然后使用 ZPL OPTRETURN 关键字返回结果值。

ZPLM 的使用很简单。Mac#和 Data 的值分别用于指定宏和数据域的编号。宏编号表示应该执行哪一个宏，数据域编号用于表示宏所计算的哪一个值需要被优化。

宏的编号必须是 0 到 99 之间的整数值。例如，如果 Mac#值设成 17，那么将执行命名为 ZPL17.ZPL

的宏文件。宏的文件名必须使用两位数字表示宏的编号。如果宏的编号是 6，被执行的宏是 ZPL06.ZPL。ZPL 宏文件必须位于 ZPL 宏的默认目录下。见“文件夹 (Folders) ”。

数据域的编号可以是 0 到 50 之间的任何值，也包括 0 和 50。该数值是指在内存中的与该镜头相关的全局数组的位置。在宏运行的过程中，宏关键字 OPTRETURN 指定哪一个数据域用于保存宏计算的结果。一共有 51 个不同的数据域．所以一次宏调用可同时优化多达 51 个不同的值。例如，假定你需要一个宏来计算镜头从面 1 到像平面的总长（等效于 TOTR 操作数的用户定义版本），宏将被这样编写：

```
n = NSUR()
x = 0
FOR i = 1, n, 1
x = x + THIC(i)
NEXT
OPTRETURN 0, x
```

注意 OPTRETURN 关键字的使用。该关键字保存全局数组位置 0 处的关于“x”的结果值。假定宏名为 ZPLl5.ZPL，为优化“x”的结果值，ZPLM 评价函数操作数将被加到评价函数编辑器中，并设置 Mac#=15 且 Data＝0。更新评价函数后，操作数当前值应该与 TOTR 返回的值一样，而且该值可以用同样的方法进行优化。

ZPLM 也允许使用评价函数编辑器数据栏中的数据。这些数据域可以被 ZPL 宏分别用 PVHX，PVHY，PVPX 和 PVPX 这些 ZPL 函数读取。“PV”是“传递值 (Pass Value) ”的助记符。

相当重要的一件事是熟悉数据域的编号。如果它是 0，执行宏并返回 OPTRETUN 0 的值。然而，如果数据域编号不是 0，那么宏不被执行，但会使用原先该宏被调用时储存的值代替。该约定的作用相当重要，如果某一宏计算了许多的值且所有的值都需要优化时，宏只需要被调用一次，并且多个 ZPLM 操作数可以访问这些数据。这比多次调用宏更有效。

例如，假定宏名为 ZPLll.ZPL 的宏计算三个值，所有的值都都需要优化。这个宏中，这些值用 OPTRETURN 来存储：

```
OPTRETURN 0, x
OPTRETURN 1, y
OPTRETURN 2, z
```

那么，评价函数中的三个 ZPLM 操作数可以提取数据并通过宏的一次调用完成优化：

```
ZPLM 11 0
ZPLM 11 1
ZPLM 11 2
```

宏 ZPL11.ZPL 只在计算 ZPLM 11 0 操作数时被调用。注意数据列只有在 Int2 的值是 0 时才使用，因为只有在这种情况下才计算宏。

使用 ZPLM 宏改变镜头数据 (Changes Made to the Lens from within the ZPLM Marcro)

通常会用透镜的一个暂时副本对评价函数进行评估计算。在评价函数计算结束后，透镜的副本以及任何对镜头数据的改变都将被舍弃。因而，在执行 ZPLM 操作数调用的宏的过程中，镜头数据不能做任何改变。这些改变将不会被保留，并且可能会妨碍在同一评价函数中 ZPLM 操作数之后的操作数的计算。OpticStudio 将无法恢复到 ZPLM 指定的宏计算之前的镜头状态。如果刻意在后面的操作数计算之前故意使用宏来改变镜头数据，那么应该执行两个宏。第一个应该按需要修改数据，第二个应该重建原始条件下的数据。两个宏都可以列在评价函数编辑器中，期间的操作数将在修改后的镜头数据基础上执行。

操作用户界面的宏命令，例如 CLOSEWINDOW、WINL()和 GETT()在此是无效的。这一限制的原因是，这些命令从用户界面中反映的单一系统副本中获取信息。因此，即使 ZPLM 宏更新系统副本，用户界面显示的主系统副本也不会被更新。

ZPLM 和默认评价函数 (ZPLM and the Default Merit Function)

ZPLM 不应该在默认的评价函数之间使用，但是可以放置在由 OpticStudio 默认定义的评价函数的前面或后面。

使用 DDE 编写的程序执行优化 (Optimizing with programs written using DDE)

创建用户定义操作数的第二种方法是编写一个用于计算数据的外部 Windows 程序，然后用动态数据交换 (DDE) 将数据传递至 OpticStudio。OpticStudio 中的 DDE 接口在“OpticStudio 扩展 (ZEMAX EXTENSIONS) ”中有详细的文档描述。上述材料并未复制至此，这里的讨论在那一章节内容充分理解后进行。

UDOP 操作数用于在评价函数的内调用一个外部的客户端程序。客户端程序执行所需的计算，可能需要通过多次对 OpticStudio 服务期进行 DDE 调用，然后再用 DDE 接口将结果返回至 OpticStudio。计算得到的数据将被放置在评价函数编辑器的当前值一栏中，从而可以用一般方式进行优化。

UDOP 使用起来很简单。**Prog#**和 **Data** 的值分别用来指定客户端程序编号和数据域编号。客户端程编号表示哪一个客户端程序将被执行，数据域表号表示客户端程序计算的哪一个值将被优化。

客户端程序的编号必须是 0 到 99 之间的整数值。例如，如果 **Prog#**的值设成 17，那么将执行名为 UDO17.EXE 的客户端程序。客户端程序必须使用两位数字作为客户端程序编号。如果客户端程序编号是 6，则执行的客户端程序是 UDO06.EXE。客户端程序文件必须放在<data>\UDO 文件夹（参阅“文件夹 (Folders) ”）。

当使用一个数据域编号为 0（随后有更多关于数据域的讨论）的 UDOP 操作数时，OpticStudio 将调用客户端程序。客户端程序将被如下语句调用，假定客户端程序号是 17：UDO17.EXE buffercode Data1 Data2 Data3 Data4，其中 Data1 到 Data4 是编辑器中前四个数据栏内的数据。缓冲码 (buffercode) 是一个由 OpticStudio 提供给客户段程序的、专门用于识别正确镜头的代码。因为 OpticStudio 可以同时计算多组镜头，缓冲码将用作标识符，所以当客户需要或返回数据时，它可以和正确的镜头相关联。注意在优化时 OpticStudio 可能同时计算很多镜头，每一组镜头将随着数值计算和优化进程的不同而稍有不同。客户端程序必须用于计算所指定的镜头的数据。

一旦客户端程序开始运行，客户端程序必须严格执行下面的步骤：

1）建立与 OpticStudio 服务端的 DDE 链接。
2）从 OpticStudio 服务端的内存中载入正确的镜头。
3）计算所需的数据。
4）将数据传送返回至 OpticStudio 服务端。
5）清除 OpticStudio 服务端的内存。
6）终止 DDE 链接并退出。

DDE 链接通常由 ZCLIENT 码维护，它的描述请参阅 DDE 一章（如果用户愿意，可以自由编写 ZCLIENT 码）。ZCLIENT 调用用户定义函数 (UserFunction) 来计算操作数的值。

要把正确的镜头数据载入到 OpticStudio 服务端的内存中，单独的 GetUDOSystem 项必须被送到 OpticStudio 服务端中。语句为“GetUDOSystem，buffercode”。它使得 OpticStudio 从系统的内存中取回正确的镜头信息，并且后续所有的 DDE 调用的行为都是针对该镜头的（诸如光线追迹）。

然后计算数据，可选用使用任何一种在 DDE 一章中定义的 DDE 项调用。一旦数据计算完毕，可

能将有多达 1001 个值被送回服务端，并最终使用 SetUDOItem 命令将其送至到 OpticStudio 的优化中。语句为“SetUDOItem,buffercode,data-field,data”。所有的数据项必须是自由格式的整数、指数或浮点数。

关键点为客户端程序将使用 SetUDOItem 送回一个字符串，OpticStudio 会等待客户端程序送回该字符串。OpticStudio 无法知道计算将要花费多长的时间，所以 OpticStudio 将会中止直到它接收到数据。如果客户端程序崩溃或永远不返回数据，OpticStudio 将永远无法完成操作数的执行，并将永远中止。在 OpticStudio 中按下 Escape 键将“打破”计算，并使得 OpticStudio 跳过对操作数的计算。

终止连接可以通过客户端程序 UserFinction 将控制返回到 ZCLIENT 来实行。计算三个数项（分别是 a，b，c）的示例代码如下所示：

```
void UserFunction(char *szCommandLine)
{
double a, b, c;
char szBuffer[5000], szSub[256];
int buffer_code;

/* get the buffer code that identifies the lens */
buffer_code = atoi(GetString(szCommandLine, 0, szSub));

/* set the correct lens in the server's memory */
sprintf(szBuffer,“GetUDOSystem,%i”, buffer_code);
PostRequestMessage(szBuffer, szBuffer,”,”,”,”);

/* Here is where we compute the data... these lines are omitted */

/* now return the data a, b, and c in data_field 0, 1, and 2 */
sprintf(szBuffer,”SetUDOItem,%i, 0, %.9E", buffer_code, a);
PostRequestMessage(szBuffer, szBuffer);
sprintf(szBuffer,"SetUDOItem,%i, 1, %.9E", buffer_code, b);
PostRequestMessage(szBuffer, szBuffer);
sprintf(szBuffer,"SetUDOItem,%i, 2, %.9E", buffer_code, c);
PostRequestMessage(szBuffer, szBuffer);

/* close the communication, this tells OpticStudio we are done sending data. */
sprintf(szBuffer,"CloseUDOData,%i", buffer_code);
PostRequestMessage(szBuffer, szBuffer);

}
```

注意可使用 SetUDOItem 将数据值返回到客户端程序。这就是数据域使用的地方。数据域编号可以是 0 到 1000 之间的任何值，也包括 0 和 1000。该数值为内存中与镜头相关联的全局数组中的一个位置。在客户端程序执行过程中，客户端 DDE 项“SetUDOItem”将被用于返回数值数据。这些

值被储存在镜头缓冲区中以供 UDOP 随后使用。

存在 1001 个不同的数据域，所以一次单独的客户端程序调用可以同时优化多达 1001 个不同的值。数据域编号表示哪个返回值应该放置在 UDOP 操作数的当前值一栏中。

UDOP 也允许使用 Data1 到 Data4 域。客户端程序可以读取这些数据域，因为它们在命令行中的缓冲码之后被传送。

当使用评价函数编辑器中的 UDOP 操作数时，熟悉数据域编号是一件很重要的事情。如果编号是零，将执行客户端程序并且数据位置 0 的值被放置在当前值栏中。然而，如果编号不是零，客户端程序将不被执行，而是使用先前调用客户端程序的任何原有值。该规约相当重要，如果客户端程序计算了许多的值，且所有的值都需要被优化，那么客户端程序只需被调用一次，但可以有多个 UDOP 操作数可以获取这些数据。这比多次调用客户端程序更有效。

例如，假定名为 UDO25.EXE 的客户端程序计算三个值，且所有的值都需要优化。在这个客户端程序中，这些值将通过 SetUDItem 被返回。那么评价函数中可以设置三个 UDOP 操作数获取数据，并通过客户端程序的一次调用完成优化：

```
UDOP 25 0
UDOP 25 1
UDOP 25 2
```

客户端程序 UDO25.EXE 只在计算 UDOP 25 0 操作数时才被调用。注意 Data1 到 Data4 的值只有在数据域编号为零时才能使用，因为只有在这种情况下才执行客户端程序。

评价函数编辑器还支持 UDOP 超时参数。这个值设置 OpticStudio 应该等待 UDOP 操作数计算所要求数据并返回控制至 OpticStudio 的最大时间，以毫秒为单位。默认值 0 将把超时设置为 50000 毫秒。如果需要的话，可以使用大于 50000 的值，但是如果对评价函数的计算花费了这么长的时间，优化很难取得实质性的进展。如果 UDOP 不能正常工作，还可以使用低于 50000 的值来改进 OpticStudio 的响应。注意，通常情况下 UDOP 数据是快速计算的，并且超时限制只用于处理意外错误条件或非常规长时间计算。如果 UDOP 在小于超时限制的时间内完成了请求的计算，那么控制仍然会立即返回到 OpticStudio，因此并不需要为 UDOP 函数设置一个小的数字来快速返回数据。

与 ZPL 宏的使用不同，UDO 可以在执行的过程中随意改变镜头数据，因为所有的 DDE 命令都是在镜头的副本上执行的，而不是被优化的实际镜头。

提供有名为 UDO_DEMO.c 的 UDO 源代码示例文件，它可以用 ZCLIENT 编译和链接。需要将文件重新命名为 UDOxx.EXE 来执行，其中 xx 为两位整数。UDO 例子返回 6 个值：Data1，Data2，Data3，Data4 和两个虚拟常数，分别是数据位置 0 到 5。

使用 ZOS-API 编写的程序执行优化（Optimizing with programs written using ZOS-API）

另一种创建用户定义操作数的方法是编写一个外部 Windows 程序，该程序使用 ZOS-API 从 OpticStudio 读取信息、计算数据和将结果返回至 OpticStudio。OpticStudio 中的 ZOS-API 接口在 ZOS-API 章节中有详细的文档描述。该章节中所展示的材料将不在这里复制，此处讨论在假定该章中的材料已充分理解基础上进行。

UDOC 操作数用于在评价函数内调用一个外部客户端程序。客户端程序执行所需的计算，可能需要通过 OpticStudio 服务端多次调用 ZOS-API，然后通过 API 将结果返回至 OpticStudio。计算得到的数据将被放置在评价函数编辑器中的当前值一栏中，从而可以用一般方式进行优化。

UDOC 使用起来很简单。**Prog#**和 **Data** 的值分别用来指定客户端程序编号和数据域编号。客户端程序编号表示哪一个客户端程序将被执行，而数据域编号表示客户端程序计算的哪一个值将被用于优化。

客户端程序编号必须是 0 到 99 之间的整数值。例如，如果 **Prog#**的值设成 17，那么将执行名为 UDOC17.EXE 的客户端程序。客户端程序必须使用两位数字代表客户端程序编号。如果客户端程序编号是 6，则执行的客户端程序是 UDOC06.EXE。客户端程序文件必须放在<data>\ ZOS-API \ Operands 文件夹(见“文件夹 (Folders) ”)。

当数据域编号为 0 的（随后有更多关于数据域的讨论）UDOC 操作数被使用时，OpticStudio 将调用客户端程序。与 DDE UDOP 操作数不同，数据值将不通过命令行被传递，而是通过 ZOS-API 传递。可以在“About ZOS-API”章节的“User Operand”小节中找到一个 UDOC 操作数的 C#示例。简而言之，将有四个数据参数传递至 UDOC 操作数，可以在 IZOSAPI_Application 接口上找到如下内容:

```
double Hx = TheApplication.OperandArgument1;   // Hx / Data1
double Hy = TheApplication.OperandArgument2;   // Hy / Data2
double Px = TheApplication.OperandArgument3;   // Px / Data3
double Py = TheApplication.OperandArgument4;   // Py / Data4
```

一旦客户端程序开始运行，客户端程序必须严格执行下面的步骤：

1）建立与 OpticStudio 服务端的 ZOS-API 链接。
2）计算所需的数据。

3）将数据传送给 OpticStudio 服务端。
4）退出应用程序。

ZOS-API 链接的作用方式与用户分析 (User Analysis) 或用户扩展 (User Extension) 的方式相同，并几乎与独立应用程序 (Standalone Application) 相同。在编程选项卡的“ZOS-API 应用程序构建 (ZOS-API Application Builders) ”章节中可以找到创建基于 ZOS-API 的 UDO 操作数的模板，当前用户操作数 (User Operands) 模板只支持 C++和 C#。

然后，选择调用任意可选的 ZOS-API 来计算数据。一旦数据计算完毕，将有多达 1001 个值被送回服务端，并最终将结果送回至 OpticStudio 优化中，通过设置以下：

```
int dataLength = TheApplication.OperandResults.Length;
double[] results = new double[dataLength];
// Fill the output results…
// Now assign the locally calculated result back to the Application.
TheApplication.OperandResults.Data = results;
```

客户端程序在完成时关闭为关键点，因为 OpticStudio 会在继续执行前等待客户端程序的终止信息。OpticStudio 无法知道计算将要花费多长的时间，所以 OpticStudio 将会中止直到它接收到数据。如果客户端程序从未关闭，OpticStudio 将永远无法完成操作数的执行，并将永远中止。注意，如果客户端程序崩溃，OpticStudio 将会以操作结果无效继续。

返回的结果数据参量与编辑器中的数据域相同。该数据随透镜系统储存，以供后续 UDOC 操作数使用。存在 1001 个不同的数据域，所以一次单独的客户端程序调用可以同时优化多达 1001 个不同的值。数据域编号表示哪个返回值应该被放置在 UDOC 操作数的当前值一栏中。

当使用评价函数编辑器内的 UDOC 操作数时，熟悉数据域编号是一件很重要的事情。如果编号为零，执行客户端程序并且数据 0 的值被放置在当前值栏中。然而，如果编号不是零，客户端程序不被执行，而是使用先前调用客户端程序的任何原有值。该规约相当重要，如果客户端程序计算了许多的值，且所有的值都需要被优化，那么客户端程序只需被调用一次，但可存在多个 UDOC 操作数可以访问这些数据。这比多次调用客户端程序更有效。这种行为与 UDOP 操作数相同。

评价函数编辑器还支持 UDOC 的超时参数。这个值设置了 OpticStudio 应该等待 UDOC 操作数计算所要求的数据并将控制返回至 OpticStudio 的最大时间，以毫秒为单位。默认值 0 将把超时设置为 50000 毫秒。如果需要的话，可以使用大于 50000 的值，但是如果对评价函数的计算花费了这么长的时间，那么优化很难取得实质性进展。如果 UDOC 不能正常工作，还可以使用低于 50000 的值来改进 OpticStudio 的响应。注意，通常情况下，UDOC 数据是快速计算的，而超时限制只用于处理意外的错误条件或非常长时间计算。如果 UDOC 在小于超时限制的时间内完成了请求的计算，那么控制仍然会立即返回到 OpticStudio，因此不需要为 UDOC 函数设置一个小的数字来快速返回数据。

请注意，UDOC 操作数是在镜头系统的副本上工作的，因此可以自由地进行参数更改，而不影响 OpticStudio 的任何其他部分。

优化建议 (Suggestions for optimizing)

在初步设计阶段，优化过程中很少需要对每一视场以及所有波长追迹所有的光线。出于这个原因，通过限制优化过程中使用的波长和视场数目，可以显著的减少运行时间。如果所选视场和波长的权重被设置成零，那么评价函数法则在构造默认评价函数时将跳过零权重的波长和视场。这样将是的较少的光线被追迹，加速运行。

例如，某一镜头将评估计算五个视场点，但可能只有第一，三，五个视场需要被包含在评价函数中。当然，在设计的后续阶段可能所有的视场都需要被包含在评价函数以及默认评价函数的重建中。

有几个改善性能的诀窍。避免将边界操作数设置在作为变量的参数上，除非优化的结果持续提供不合理的设计。边界操作数会增加计算的开销。在任何可能的时候使用求解方式来代替具体操作数。例如如果可能的话，用曲率求解而不是操作数来控制焦距。

优化是现代镜头设计技术不可分割的一部分，而且只有实践才能使设计者成为熟练使用优化算法的用户。擅长其它软件优化算法的用户可能会发现 OpticStudio 更容易使用，经过一小段时间的练习，界面中的使用技巧将转化为潜意识，而且设计者可以专心于设计本身。如果你并不熟悉镜头的计算及优化，没有比实践更好的学习方法了。

全局最优 (The Global Optimum)

产生评价函数最低可能值的设计被称为“全局最佳”，且可由此定义最可能设计。然而，不是每种已知的优化算法都可以通用地找到对随机设计问题的全局最佳，除非你考虑“直接搜索”一种优化算法（也就是说，尝试所有的无限多个可能解看哪一个是最好的）。计算机辅助光学设计技术由两个基本的成分：首先，设计者必须能够确定合适的初始设计，第二，设计者在优化的过程中必须扮演一个指导者的角色。一个好的指导者知道什么时候以及怎样巧妙支援或处理问题，使程序

沿着一个更富有成效的方向前进。

不幸的是，这通常需要相当多的经验，并且它是相当枯燥的。富有经验的设计者在寻找新的、更好的设计形式时，往往将直觉、分析和运气结合在一起。OpticStudio 提供了一个自动完成全局最佳搜索的能力，该功能的描述“优化选项卡 (The Optimize Tab) ”帮助文件的“全局优化 (Global Optimization) ”部分中提到。

序列优化 (Sequential Optimization)

以下部分是在序列 UI 模式中优化需要考虑的事项。

默认评价函数的一些陷阱 (Pitfalls with the Default Merit Function)

要设置默认的评价函数，请参见“优化向导”一节中的“优化选项卡”。

默认的评价函数很容易设置（用优化向导），优化效率高，适合大量优化问题。然而，大多数光学设计都需要在设计过程中对默认评价函数进行扩展或修改。OpticStudio 提供灵活的评价函数定义方法，见下面章节中的描述。

请注意，如果视场或波长值或权重发生变化，则必须重建默认的评价函数。如果您使用的是 RA 算法并且优化过程中渐晕变化明显，那么需要重建默认的评价函数。

如果改变视场或波长或权重，则重建评价函数。

优化切趾类型的影响 (Optimization with Apodized Beams)

如果没有指定切趾类型（见系统选项中“切趾类型”，默认是均匀的），那么 OpticStudio 在构造默认评价函数时假设照度均匀。如果照度不均匀，在默认评价函数中光线是根据切趾因子加权的。当使用切趾因子时，由于选择的光线可能不足以充分描述切趾光束，因此需要更多数量（如前所述）的光线参与计算。

优化 MTF (Optimizing for MTF)

衍射 MTF 评价函数（MSWT、MSWS、 MSWA、MTFT、MTFS、MTFA、MTHT、MTHS、MTHA），几何 MTF 评价函数（GMTA、GMTS、GMTT），Moore-Elliot Contras 评价函数(MECA、MECS、MECT)使软件能直接优化 MTF（详见 MTF 优化函数列表）。

Moore-Elliot Contras 算法

这种新的对比度优化算法允许在给定的空间频率下对系统 MTF 进行高效的优化。该方法使光线对之间的波前差减小（光线对通过光瞳的移动而彼此错开，移动量与目标空间频率相对应），从而使 MTF 最大化。

可以通过计算复光瞳函数（出瞳面上的复波前）的自相关得到给定点的 MTF。大多数光学软件都使用这种计算方法，因为它比用 PSF 强度的 FFT 计算全部 MTF 有更高的计算效率。

$$OTF \propto p(x,y) \star\star p^*(x,y) \quad MTF = \sqrt{OTF * OTF^*}$$

自相关计算本质上是一种卷积。包含移动复光瞳，移动和未移动的复光瞳相乘，求和，取模计算得到 MTF。

光瞳移动量对应 MTF 的截止空间频率值（ ξ ）。对圆形光瞳，偏移 δ = D/2 使得移动的光瞳和未移动光瞳正好相接，使 MTF 值为 0。这个偏移量相当于截止频率。较小的偏移量是通过方程 2 线性缩放计算的。

$$\xi_c = \frac{1}{\lambda\,(F/\#)} \qquad \xi(\delta) = \frac{\delta}{(D/2)}\,\xi_c$$

以 3x3 矩阵方程计算，我们可以写出如下代表偏移与不偏移光瞳的方程式 p(x,y)和 p(x-δ,y)。

$$p(x,\,y) = \begin{pmatrix} A\,e^{-i\,\phi(x_1,y_1)} & A\,e^{-i\,\phi(x_2,y_1)} & A\,e^{-i\,\phi(x_3,y_1)} \\ A\,e^{-i\,\phi(x_1,y_2)} & A\,e^{-i\,\phi(x_2,y_2)} & A\,e^{-i\,\phi(x_3,y_2)} \\ A\,e^{-i\,\phi(x_1,y_3)} & A\,e^{-i\,\phi(x_2,y_3)} & A\,e^{-i\,\phi(x_3,y_3)} \end{pmatrix}$$

进行卷积计算和取模后得到余弦级数结果。

$$\begin{aligned} MTF(\delta) \;=\; & 9\,A^4 + \\ & 2\,A^4\cos(\phi(x_1,\,y_1) - \phi(x_1-\delta,\,y_1) - \phi(x_1,\,y_2) + \phi(x_1-\delta,\,y_2)) + \\ & 2\,A^4\cos(\phi(x_1,\,y_1) - \phi(x_1,\,y_3) - \phi(x_1-\delta,\,y_1) + \phi(x_1-\delta,\,y_3)) + \\ & 2\,A^4\cos(\phi(x_1,\,y_2) - \phi(x_1,\,y_3) - \phi(x_1-\delta,\,y_2) + \phi(x_1-\delta,\,y_3)) + \\ & 2\,A^4\cos(\phi(x_1,\,y_1) - \phi(x_2,\,y_1) - \phi(x_1-\delta,\,y_1) + \phi(x_2-\delta,\,y_1)) + \ldots \end{aligned}$$

式中余弦自变量是距离偏离 δ 的光瞳对应的相位差。余弦值自变量最小可使 MTF 值最大。换言之，光瞳上距离 δ 的相位差需要最小才能够获得最大 MTF 值。

$$\phi(x_j,\,y_k) - \phi(x_j-\delta,\,y_k) = 0$$

可以用这个方程来建立优化评价函数。计算多组孔径处相差 δ 的两条光线，追迹这两条光束，计算两光束之间的相位差。优化并尝试将相位差减少到零。类似于波前差优化方法，但它是在与特定空间频率相对应的 δ 处进行的优化。

使用评价函数

优化衍射 MTF 的评价函数有（MSWT, MSWS, MSWA, MSWN, MSWX, MTFT, MTFS, MTFA, MTFN, MTFX, MTHT, MTHS, MTHA, MTHN, MTHX），几何 MTF 的评价函数有（GMTA, GMTS, GMTT, GMTN,）。GMTX 是直接优化 MTF 的评价函数（见 MTF 数据操作数列表）。

这些操作数功能强大，但是使用 MTF 操作数需要注意一些问题。

如果像差太大，MTF 不能精确计算。如果一个光学系统的 MTF 分析窗口中显示的是无效数据，那么我们优化 MTF 的时候也是无效优化。较大的像差往往会导致 MTF 曲线在某些空间频率下降到零，然后在更高的空间频率的 MTF 再次增加。在 MTF 曲线的第一个零值点以外频率的 MTF 的局部优化通常是无效的，因为在像差减小过程中，MTF 值必定先减小后增大，而局部优化器总以增量的方式寻找性能提升。如果 MTF 目标空间频率的开始位置超出 MTF 曲线的第一个零值所在空间频率，则不应使用 MTF 操作数。如果像差很大，MTF 优化在这个阶段其实是不需要的或没有用。一种解决方法时首先使用 RMS 波前差优化像差。RMS 波前差很小的系统才具有合理的 MTF 值。在设计非常接近最终形式之后，MTF 优化可以用于最后的“修改”。

MTF 优化比 RMS 光斑半径或 RMS 波前差优化慢。衍射 MTF 优化比几何 MTF 优化慢；但是，几何 MTF 优化只对孔径为圆形或椭圆形、渐晕很小或没有渐晕的系统才近似合理有效。基于惠更斯的 MTF 优化比 RMS 优化慢许多数量级，因此不推荐用做优化。当更新评价函数编辑器或进入和退出优化对话框时能明显注意到执行速度很慢，说明该评价函数执行优化的时候速度也可能也会很慢。

注意，如果使用的 MTFT 和 MTFS（或 GMTT 和 GMT）都采用同一视场和波长数据，它们应该被放置在编辑器中的相邻行；否则，MTF 计算两次。如果采样太低，或者系统像差太大，无法精确计算 MTF，那么 MTF 操作数会返回零，而不是一个无意义的数字。

优化玻璃材料选择 (Optimizing Glass Selection)

材料的优化处理与其他数据稍有不同。优化玻璃的选择是一个困难和不可预测的过程，因为在玻璃图上没有连续的玻璃。处理这个问题的方法有两种：使用模型玻璃（如下所述）或使用玻璃替代（参见在全局优化使用“玻璃替代”方法）。玻璃替代通常是比较好的方法。

使用模型玻璃优化 (Optimizing Using Model Glasses)

模型玻璃方法是把实际玻璃用几个数值参数替代，然后优化这些参数，同时限制一些参数值或限制计算的折射率值与实际玻璃相似。

要使用玻璃模型方法，首先在镜头数据编辑器中将合适的玻璃表面改为“模型”求解类型。有关此设置的信息，请参见“材料求解类型”。有关模型玻璃的信息，请参见使用玻璃库中的使用模型玻璃部分。采用“模型”求解类型，OpticStudio 会优化出合适的折射率、阿贝数、部分色散；你只需改变想要改变的值即可。

正如上面提到的“材料求解类型”部分所述，无约束玻璃优化通常会导致选择ｉ当材料折射率较高。这是因为高折射率的表面（边界处折射率差别较大）比低折射率的表面需要更小的曲率达到相同焦距。曲率较小的表面引入像差较小。

但高折射率材料昂贵，重量大，难于制造，可能是易碎，易磨损，或容易受污和被划。此外，非常高折射率的材料其实并不常见，只有少数玻璃（可见光谱下）折射率高于 1.9。阿贝数也通常被限制在大约 20 到 80 的范围内。因此，在优化过程中，必须将折射率（ND）和 Abbe（VD）数限制在合理范围内。部分色散偏差（ΔPG，F）也必须在有限的范围内。

有两种方法来限制折射率、阿贝数和部分色散偏差。最简单的方法是在操作数列表中添加 RGLA 操作数。RGLA 操作数控制模型玻璃与在当前选择玻璃库中最接近玻璃的折射率、阿贝数和部分色散偏差的“距离”。例如，如果在优化玻璃材料的折射率、阿贝数，且选择的实际玻璃库为 Schott 和 Hoya 玻璃库（在系统选项中定义），RGLA 就会控制模型玻璃和这两个玻璃库中实际玻璃的“距离”（偏差）。如果最小的“距离”小于由 RGLA 操作数指定的目标值，意味着满足边界条件，RGLA 显示当前值与操作数的目标值相等。如果最接近玻璃比目标值越远，那么 RGLA 显示的当前值是实际的“距离”。“距离”是由两种玻璃的折射率、阿贝数和部分色散之间的加权平方和的平方根来定义的。具体定义公式如下：

$$d = [W_n(Nd_1 - Nd_2)^2 + W_a(Vd_1 - Vd_2)^2 + W_p(\Delta P_{g,F1} - \Delta P_{g,F2})^2]^{\frac{1}{2}},$$

公式中 Wn、Wa 和 Wp 是不同项的权重值，可通过 RGLA 操作数参数列表由用户自定义权重因子或者如果权重因子是 0 的话，那么三个值分别默认为 1.0、1E-04 和 1E+02。

使用 RGLA 的最好方式是指定表面范围覆盖所有需要优化的表面范围。对于目标值，从 0.05 开始设置。这将使玻璃材料在整个玻璃图中选择起来更容易，因为各种玻璃之间的间距通常小于 0.05。优化后，将目标减少到大约 0.02，再继续优化。这将使优化后的系统在更靠近实际玻璃附近合理地选择折射率和阿贝数。

约束折射率和阿贝值的另一种方法是使用 MNIN，MXIN，MNAB 和 MXAB 操作数。这些操作数控制最低和最高折射率和阿贝数值，他们可在“优化操作数表中”查找详细说明。这些操作数可将优化限制在玻璃图上的特定矩形区域内。例如使用 RGLA 配合 MXIN，就实现限制玻璃的选择为低于某折射率值并实际存在的玻璃。

在优化到一定阶段，想要把折射率变量数据转换成一个真正的玻璃。从模型的玻璃转换为最接近真实的玻璃，用 Ctlrl-Z 移除模型玻璃状态，或选择玻璃求解类型为“固定”。通常优化后的折射率和阿贝数和当前玻璃库实际玻璃之间通常不会有完美的匹配。然而，OpticStudio 将搜索材料库，使用与上述 RGLA 定义（忽略部分色散项）类似的最小二乘法标准找到“最匹配”的选择实际玻璃。如果使用玻璃替代模板，那么也将考虑模板，只有符合模板规范的玻璃才会被考虑。有关模板的信息，请参见“优化选项卡”帮助文件中的“玻璃替换模板”。材料库中的玻璃与模型玻璃参数相差最小的玻璃将会被选中。玻璃报告显示在“表面数据”功能中（在分析选项卡中，选择报告，表面数据）。“表面数据”功能显示的折射率数据是从折射率和阿贝数值计算出来的，是对应系统波长下的实际折射率。在从一个模型玻璃转换成一个真正的玻璃后，通常需要运行另一优化。对于平衡色差易受影响的系统，通过上述模型玻璃优化替换实际玻璃的方式可能永远无法选择出合适的玻璃，因为模型玻璃的色散与真实玻璃的色散是不一样的。

优化额外数据 (Optimizing Extra Data)

这部分内容仅与 OpticStudio 专业版、旗舰版用户相关。

OpticStudio 专业版、旗舰版支持的一些表面类型，如泽尼克，泽尼克多项式，扩展多项式和二元光学表面需要使用额外的数据值。这些额外的数据值可以被编辑，或从文本文件中加载，并且可以作为变量在镜头数据编辑器中进行优化。

如需要将额外数据设置为变量，请参照帮助手册“设置选项卡”章节中镜头数据编辑器“求解类型”部分。

OpticStudio 提供对额外数据值边界限制操作数，PMVA，PMGT 和 PMLT，分别代表参数值等于、大于或小于目标值。Surf 一栏数值对应需要控制的表面，Param 数值用来对应需要控制的哪个参数。注意：在较早的 Zemax 版本中使用 XDVA，XDGT 和 XDLT 来限制参数值。在后来版本 OpticStudio 中这些操作数被上面提到的 PMVA，PMGT 和 PMLT 所代替

优化含序列光线的非序列的系统 (Optimizing Objects in a Non-Sequential Group with Sequential Rays)

在非序列组中优化变量与优化其他数值参数基本上没有什么不同。变量的设置方式与镜头数据编辑器中的参数相同。然而，优化非序列物体属性是困难的，因为光线会随机以难以预知的光线路径通过非序列组传播。对于非序列物体，如棱镜，通常情况下，棱镜位置或大小的微小变化对光线路径的影响小显著。然而，对于像光管这样的物体，物体定义中的一个小变化会极大地影响光线路径。一旦物体的位置或角度发生轻微变化，光线可能完全消失。这通常会导致求导计算的严重错误，而优化要么执行得很差，要么根本不优化。

一些非序列系统的另一个问题是出瞳可能不是入射瞳的合理像。因此，如果系统是非成像系统，在出瞳处不形成入瞳的像，则应使用矩形阵列而不是高斯求积。

对于这些系统，可以采用更加有效的全局优化算法，因为全局优化不依赖于求导计算。

使用 IMAE 操作数优化 (Optimizing with the IMAE Operand)

INIAE 操作数通过发出很多光线进入瞳估算光学系统的效率；计算光线穿过所有表面孔径到某一表面的比例。如果仅使用固定孔径，如圆形孔径，则此操作数的优化可能不会顺利进行。这是因为 OpticStudio 通过对每个变量改变很小的值来估算操作数的导数值，然后计算的操作数的值的有限差分。对 IMAE 操作数，变量值的微小变化可能不会改变的计算白勺效率；这是因为这个微小值的变化没有使光线产生渐晕的效果。反之，也可能变量的微小变化使光线渐晕了，那么效率变化会很明显。

解决方案是将用户定义表面的硬边缘孔径替换为软边缘孔径。软边缘孔径在大部分区域与硬边缘孔径相同，都是完全透光的，但是在靠近边缘的地方，透过率是在一个较小范围内逐渐下降

到零，而不是突变的。

OpticStudio 包含滤光功能，见示例 DLL 文件；详细内容请参阅 “用户定义表面”一节中的“序列表面”的参考文件，特别是在示例 us_filt4.dll 的讨论。

IMAE 使用的设置是当前保存在图像分析中的设置；常被设置为“显示”点列图计算的这个设置除外。请参见“分析选项卡”帮助文件的“几何图像分析”部分。

使用渐变折射率操作数 (Using Gradient Index Operands)

有一些用于控制优化过程中渐变折射率属性的操作数。下面是对些操作数的描述。

DLTN

DLTN 操作数用来控制渐变折射率材料折射率变化的最大值。SURF 一栏代表表面序号，WAVE 一栏代表波长序号，DLTN 操作数定义如下：

$$DLTN = n_{max} - n_{min}.$$

最小和最大折射率值沿 z 轴计算，Z min 和 Z max 是两边的 z 坐标，Z min 与 Z max 是沿轴向的最小 z 值与最大 z 值。对于凸面，它们对应于顶点。对于凹面，它们对应于表面上最大矢高处。

LPTD

LPTD 用于控制材料中的折射率梯度分布。SURF 一栏代表定义的表面。LPTD 是 LightPath Technology Delta 的缩写，用来约束折射率非线性分布保持单调递增或递减的。该操作数仅当轴向梯度的二次或三次项为变量时才需要使用。此操作数只影响 GRIN 5 表面类型。

该 LPTD 操作数应该以 0 作为目标值。边界约束执行以下条件：

$$\frac{\partial n}{\partial z_{min}} > 0 \text{ and } \frac{\partial n}{\partial z_{max}} > 0, \text{ or } \frac{\partial n}{\partial z_{min}} < 0 \text{ and } \frac{\partial n}{\partial z_{max}} < 0.$$

Z min 和 Z max 是用来制造透镜的毛坯的最小和最大轴向位置的 z 坐标。对于凸面，它们对应于顶点。对于凹面，它们对应于表面最大矢高所在处。如果操作数的剩余值小于零，则可将目标值稍微降低（请尝试 0.1）。改变目标值通常比增加权重更有效。对要加工的空白镜片 LPTD 操作数的值必须为零。经常检查渐变折射率分布以确保变化趋势使曲线的斜率不改变方向。

全局优化 (Global Optimization)

几十年来，传统的优化透镜的方法是使用阻尼最小二乘算法（DLS）。DLS 有许多吸引人的特性，它优化有效率，适用于寻找评价函数的“局部”极小值。在上面语境下，“局部”最小指的是从解空间当前位置能得到的最小评价函数值，而不使评价函数值增加（这是理想化情形，事实上，DLS 可以跳到评价函数值增加的小区域）。

想象一下这个问题，假设你正在徒步旅行，并试图从山的起点处找到山谷的底部。你想找到山谷里的最低点。假设你看不到山谷，雾非常多，你所能看到的地形和你现在所处的位置非常接近。你可以确定哪条路是下坡的，然后沿着那个方向走，直到再次变成上坡，在这个点处你会

找到一个新的下坡方向。你可以反复重复这个过程，直到到到达的点所有方向都是上坡方向。这个最低点是一个局部最低点，至少是这个山谷的底部。

这个方法存在问题是一旦你到达了局部极小值，就没有知道的方法（一般优化问题）来确定其他地方没有更好的、更低的最小值。例如，如果你从这一点向任何方向走上坡，直到你到达一个局部的山顶，然后沿着下坡走向下一个山谷，你才最终会到达一个新的最低点。那么这个新的最低点比前谷底高还是低呢？唯一的验证办法就是徒步旅行！

你可能会问，既然计算机计算这么快，为什么不尝试每一种可能的组合，看看哪一个是最好的？为了了解问题实现的难易程度，考虑一个含有六个自由度的双胶合透镜（自由度表现为优化的变量）。如果假设每个变量可以有 100 个可能的值（粗采样），然后有 1E + 12 个不同的可能的系统。如果计算每个系统需要 20 条光线追迹（一个过低的估计），每面每秒可追迹 1000000 条光线，那么所需要的时间大约是 8e + 07 秒，或约 2.5 年。含有四个元件的镜头（16 个变量）在三个视场和三个波长进行评价，采用 100 条光线需要计算 1E + 32 系统或需要数十亿倍宇宙年龄的时间。

好在全局优化问题的解决方法，计算时间还算合理。这些算法包括模拟退火、多起点计算，专家系统，神经网络等等。所有这些算法都有长处和短处，、讲述具体内容超出了本章的范围。

OPTICSTUDIO 全局优化功能 (Global Optimization Capabilities of OpticStudio)

在 OpticStudio 中有两个独立的全局优化算法，每一个都有不同的侧重点。第一种算法称之为“全局优化”，它只使用给定评价函数和初始设计就可以自动寻找新的设计形式。请参见“优化选项卡”帮助文件的“全局优化”部分。全局优化采用遗传算法、多起点计算、传统阻尼最小二乘法和一些专家系统试探法相结合的方法来寻找新的设计形式。全局优化算法可以很好地找到有希望的设计结构。但是，“全局优化”有时会找不到合适的结果。第二种算法用于此目的。第二种算法被称为“锤形优化”（镜头设计者经常谈论设计就像用锤子来捶打一样，挤出最后一点性能提升空间）。请参见帮助文件“优化”选项卡中的“Hammer Optimizer”部分。首先通过经验或全局优化算法发现了一个合理的结构起始点，接着就可以使用锤形优化算法寻找最优解，锤形优化算法只需要一个经过部分优化的含有评价函数的 ZMX 文件即可。

虽然全局优化算法是非常有用的，但还是要认识到，不能保证采用该方法优化得到的结果是真正的全局最优解。当然，即使是你所发现的最好的解也甚至没有办法确定任何解决方案是否是全局最优（记住这个问题的宇宙寿命尺度）。

必须要认识到，不能保证总可以找到或甚至不保证有时可找到真正的全局最优解。

全局和锤形优化算法需要大量的计算时间。这些算法不能够交互使用——这是局部优化的作用。如果你设置全局优化，在计算机工作时进行查看，你会失望。当把问题建立起来，让计算机运行几个小时，甚至几天，而不是十分钟，这样全局优化才能够有效的优化出结果。理想的情况是在晚上结束工作之前设置问题，然后让全局优化（或者根据你的需求进行的优化）在夜间工作。早上时，应该就可以查看到有用的设计结果了。

全局优化算法 (The Global Optimization Algorithm)

在开始全局优化之前，必须建立起一个非常粗略的起始点。虽然起始点“非常粗糙”，但是还是需要初始结构有正确的表面数，定义光阑面和选择初始玻璃，必须定义的视场和波长。你还需要定义一个评价函数；该过程的详细内容参见帮助手册“优化选项卡”中“评价函数编辑器”和优化选项卡中“优化向导”部分。

非常粗糙的设计可以是平行玻璃板，在最后一个曲面上有曲率来控制焦距。如果不使用求解来控制焦距，则系统至少应具有所需的近似焦距。此外，必须定义变量参数。在开始全局优化之前，必须先保存镜头。OpticStudio 使用起始焦距作为缩放参数，所以最初的设计至少应有大致正确的焦距！

全局优化很少能找到全局最优解。原因是全局优化集中精力寻找新的、有希望的设计形式，而不是精确地针对每种形式的最佳解进行精确收敛。精确收敛留给一个单独的算法，称为“锤形优化”，在下面的章节中描述。

锤形优化算法 (The Hammer Optimization algorithm)

在检查全局优化生成的设计结果之后，你可能只需要其中的一个或两个结果。评价函数值最小的结果的并一定是最好的（虽然如果你设计的评价函数很好应该最小评价函数值对应最好结果）。例如，评价函数次小值的结构可能更容易加工。无论你用哪种标准来确定最好的结构，你现在都要用这个选定的镜头作为出发点来进一步寻找到最佳的设计。

锤形优化算法也可以有效地用于局部优化的设计结果，而非仅适用全局优化出来的结果。

有关更多信息，请参见帮助手册“优化选项卡”中的“锤形优化”部分。

全局优化中的玻璃选择 (Global Optimization of Glass Selection)

如果玻璃是由由折射率、阿贝数和部分色散偏差描述的模型玻璃，那么该模型玻璃的参数就可以像其他任何数值参数一样改变和优化。然而，模型玻璃方法有一个严重的缺点。在使用模型玻璃找到一个好的解后，必须将模型玻璃转换成真正的玻璃。然后重新优化设计必须使用新选择的玻璃。

但是对于许多系统来说，有时将模型玻璃替换为实际玻璃后新的优化设计比使用模型玻璃设计结果差了很多，而且使用真实玻璃的最佳设计可能和使用模型玻璃设计的结构偏差很大，这个优化过程变得非常困难。

总的来说，为了找到一个更好的玻璃类型组合，设计者需要在玻璃图谱中选择合适的替代玻璃，在新选择的替代玻璃结构下进行进一步镜头优化。如果新的解决方案是更好的，就保留新选择的玻璃；否则，就需要评估一套新的玻璃组合。只要设计者能继续进行搜索，这个过程就会继续进行。

使用玻璃替换 (Using Glass Substitution)

玻璃的替代方法是直接改变玻璃的类型，然后优化看新玻璃是否能得到更好的解。这种方法可以手动使用，通过改变玻璃的类型，然后重新优化；该过程也可以自动化，通过设置玻璃为“替代”求解类型，然后使用全局优化算法。如果一个玻璃被（使用玻璃求解类型对话框）设置为替代，那么全局优化算法（Hammer 和全局优化）在优化过程中自动执行相似的玻璃类型的迭代替换。这让 OpticStudio 不仅对数值如半径和厚度等进行优化，也可以直接替换选择实际玻璃，无需将模型玻璃替换为实际玻璃。

若要使用替换功能，请将每个玻璃的求解类型设置为“替代”（双击任何玻璃名称即可弹出设置求解类型对话框）。

一旦玻璃求解类型被设置为“替换”，然后进行锤形优化或全局优化算法。OpticStudio 会自动改变玻璃类型，搜索更好的设计结构。默认情况下，OpticStudio 会从当前系统材料库中选择玻璃。玻璃替代不会选择 table glasses 和 MIL number glasses。

限制玻璃的选择 (Restricting Selected Glasses)

实际上，由于各种原因，通常需要限制可供替换的玻璃：

材料库中并非所有的“玻璃材料”都是玻璃，有些是液体、气体、晶体或塑料，可能不能使用。

许多玻璃价格昂贵，笨重，易碎，或有其他不良的机械性能。

也许对于新选择的玻璃材料只能够在特定玻璃库中选择，但是也必须使用其他材料库来定义光学系统中其他表面的玻璃。

由于这些原因，OpticStudio 提供了一些可选的方法来限制可用于替代的玻璃库：

通过定义一个只用于任意给定表面特定的目录。

通过定义一个“模板”，以限制成本，耐酸性，耐污性和替代玻璃的其他属性。

在玻璃库逐一排除一些玻璃材料。

通过在评价函数中定义“罚函数”，阻止选择不符合性质的玻璃。“玻璃求解”对话框允许为候选替代玻璃指定材料库名称。

如果没有给出材料库名（即材料库字段为空），则可以从系统选项中选择使用的所有材料库中选择玻璃材料。如果给出材料库的名称（例如 Hoya），那么只有该材料库中玻璃才会被选中。这允许不同的表面从不同的材料库中选择。如果需要的话，它也有助于限制可供选择的玻璃材料的数量。注意，可以指定用户自定义材料库。不用指定扩展名，ZEAMX 会自动加上.AGF。

可以定义玻璃替代模板来限制从所有目录中选择哪种玻璃进行替换，根据玻璃的成本、AR、SR、FR、CR 和 PR 代码值来限制。有关定义模板的 OpticStudio 详细信息，请参见帮助手册“优化选项卡”中的“玻璃替换模板”部分。

为了防止在优化过程中只选择某些玻璃，可以在材料库对话框中选择“排除替换”某些玻璃；请参阅使用材料库章节中关于材料库数据的说明。排除玻璃的好处是，材料库中的其他玻璃仍然

可以使用，而不必单独定义材料库。

“罚函数”是在评价函数添加如 GCOS，GTEC 和 INDX 等操作数以限制玻璃如有不可接受的性质则使评价函数值增加。这是效率最差的方法，因为玻璃仍然有可能被选中，并且后续镜头仍被优化，即使最终的评价函数数值很大，但仍被会认为达到好的结果。但是该方法在定义玻璃材料相互关系上很有用，例如使形成胶合面的两玻璃之间的 GTEC 差别减小（防止在镜头的热应力下破裂）。

使用全局优化的建议 (Suggestions for Using Global Optimizers)

有几种方法可以使全局优化算法的性能最大化（包括全局优化和锤形优化）：

1）如果可能的话，把光阑放在第一个表面上。如果你的入瞳在系统中间，你可以用一个虚拟面为第一表面并设置为光阑，然后将该表面到达表面 2 的厚度设为负数来模拟。这样做可有效提高性能，因为 OpticStudio 不需要计算入射光瞳的位置。如果有需要的话，可以使这个厚度设置为变量。但是这个方法对那些本身有入瞳畸变的系统，如广角镜头来说并不适用。

2）在最后一个玻璃表面的曲率一栏上使用边缘光线角度求解来控制有效焦距，来代替通过操作数控制的方式。把焦距这一个变量去掉能有效减少问题的维数。EFFL 操作数需要使用额外的光线追迹，使评价函数计算速度降低。

3）在像面前的最后一个厚度上使用边缘光线高度（零光线高度）求解定义。大多数镜头都能很好地校正轴上 0.7 光瞳区域光线，直观会想要用其他光瞳区域。该求解能确保全局优化的每一个设计都能聚焦，正如曲率求解能保证正确的焦距。这两个求解类型结合起来能将全局优化算法的性能提升好几个数量。对于锤形优化，将求解类型用变量来代替达到最佳离焦。

4）使用 MNCT 和 MNET 操作数。这些操作数对于避免中心厚度和边缘厚度为负是必要的。OpticStudio 使用这些边界约束条件来确定每个变量的变化范围。除非指定这些约束，否则寻找解时将会进入不能接受的解空间中。

5）评价函数越简单越好，在构造默认评价函数时使用 2 个或 3 个环（见“优化”一章）通常是个好主意。在锤形优化时再去，OpticStudio 不设置更多的环。

6）多尝试运行几次长的优化；可以在开始设计问题之前，为了获得更多的设计结构，可以多一些尝试一些合理的设计方案；设计最后，为确保你设计的方案不能被进一步改进改进也可以跑一次长时间优化（锤形优化特别擅长这最后一项任务）。

7）使用玻璃替代，而不是模型玻璃，尤其是使用锤形优化时。使用模型玻璃对锤形优化没有多大意义，因为最终玻璃需要转换成真正的玻璃，然后再优化。玻璃替代是非常有用的，尤其是在设计过程中后期，设计形式已经确定。

8）锤形优化可以随时终止，然后重新启动，这个过程不会丢失信息。随着算法的进行，它将自动保存任何改进后的设计。

9）如果终止全局优化后，可以通过选择“恢复”而不是“开始”来继续搜索。

10）如果某个时间段没有用户活动，一些计算机会自动进入“睡眠”模式。这个功能需要禁用，以保证 OpticStudio 继续运行，尽管很长时间内并不需要从键盘或鼠标输入什么。

总结

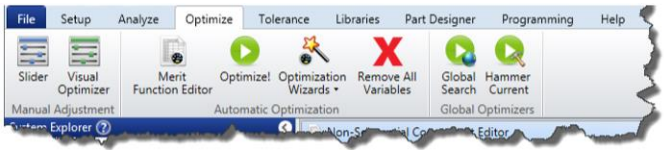
最后，再次强调，全局优化可能无法找到任何特定问题的全局最优解。全局优化是非常好的替代乏味的手动尝试寻找新结构的方法，这是一个非常强大的工具，但是它不能取代光学设计技能。

全局优化算法有一个很强的随机成分，因此两次运行一般不会得到完全相同的结构。有时，优化出来的结构很糟糕，有时又会很好，并且通常情况下，它们的运行时间也是不同的。

优化选项卡 （非序列界面模式）The Optimize Tab (non-sequential ui mode)

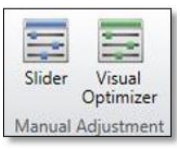
此选项卡提供了 OpticStudio 的优化工具。

在非序列的 UI 模式中，优化选项卡比序列 UI 模式的工具少一些。

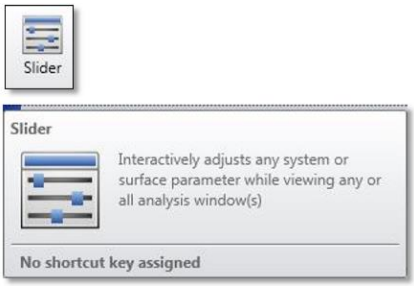


手动调整组（非序列优化选项卡）Manual Adjustment Group（optimize tab, non-sequential）

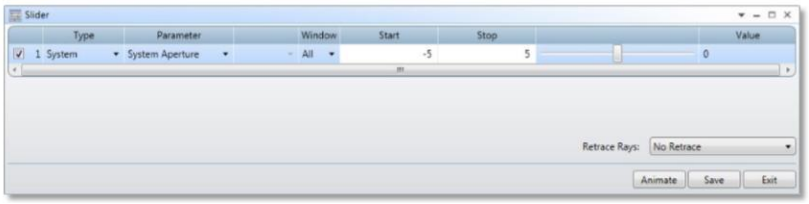
这些是在非序列 UI 模式中可用的手动优化工具。



滑块 (Slider)

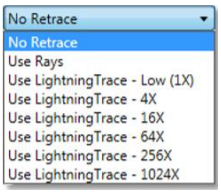


可在 OpticStudio 的手动调整部分找到滑块工具。滑动控件用于在查看任何分析窗口时交互式地调整任何系统或表面参数。



参见“优化选项卡”的“手动调整”部分下“滑块”的说明。

在非序列模式下，还有重新追迹光线的选项。



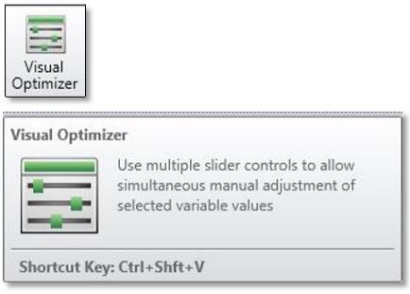
设置：

不追迹 将不会重新追迹光线

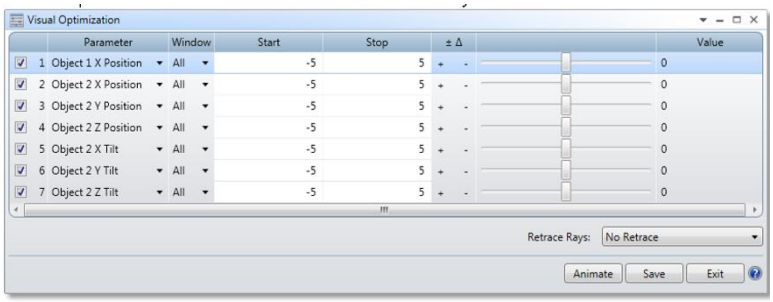
使用光线 常规光线追迹会追迹所有光源定义的光线来更新所有探测器和实体模型图（可选）。

使用 LightningTrace （支持 6 种采样级别的 LightningTrace）通过 LightningTrace 进行分析，更新所有探测器的数据和实体模型图（可选）。对于光线采样小于 64X，使用边缘采样 4X，否则使用边缘采样 16X。详细说明请参阅“LightningTrace 控制”的“分析”选项卡。

可视化优化器 (Visual Optimizer)

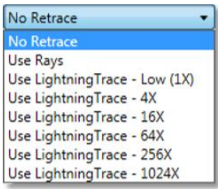


可视化优化器可在优化选项卡的手动调整部分中找到。此功能使用多个滑块控件，允许同时手动调整所有选定的变量值。



请参见“优化选项卡”的“手动调整”部分下“可视化优化器”的说明。

在非序列模式下，还有重新追迹光线的选项。



设置：

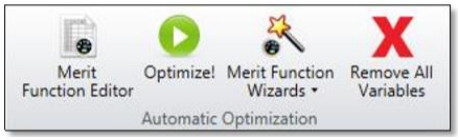
不追迹 将不会重新追迹光线

使用光线 常规光线追迹会追迹所有光源定义的光线来更新所有探测器和实体模型图（可选）。

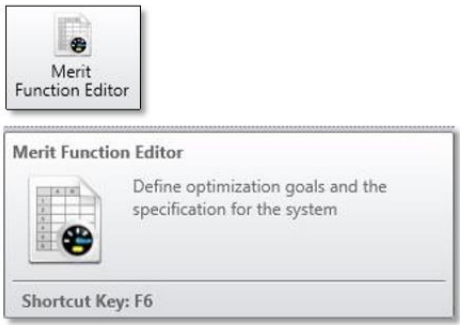
使用 LightningTrace （支持 6 种采样级别的 LightningTrace）通过 LightningTrace 进行分析，更新所有探测器的数据和实体模型图（可选）。对于光线采样小于 64X，使用边缘采样 4X，否则使用边缘采样 16X。详细说明请参阅“LightningTrace 控制”的“分析”选项卡。

自动优化组（非序列优化选项卡） Automatic Optimization Group(optimize tab, non-sequential)

这些是非序列 UI 模式中可用的自动优化工具。



评价函数编辑器 (Merit Function Editor)



详细说明请参阅在“优化选项卡”的“自动优化”部分下，关于“评价函数编辑器”的说明。

NSC 操作数 (Merit Function Editor)

非序列 UI 模式下光源和探测器的优化。

优化照明系统或包含非序列光源和探测器的系统常使用的操作数：NSDC，NSDD，NSDE，NSDP ，NSTR。

一个典型的评价函数由三组操作数组成：

首先，NSDD 操作数将用于清除当前探测器中的数据。使用 NSDD 设置目标值为零，清除所有探测器数据。一般需要在评价函数的开始使用 NSDD 操作数。NSDD 返回一个零值，当清除探测器数据时对评价函数值没有影响。

其次，NSTR 操作数是用来追迹从 NSC 光源发出的光线。NSTR i 追迹分析从光源 i 发出的光线；NSTR 0 分析来自所有光源的光线。注意，在 NSC 编辑器中分析光线的条数决定了有多少光线会被追迹以及决定 NSTR 操作数的计算时间。NSTR 操作数一般会返回一个零值，这对评价函数没有影响。NSTR 操作数支持选项光线分裂、散射，和使用偏振。

最后，使用 NSDC，NSDD， NSDE，或者 NSDP 读取探测器上数据。NSDD 有四个参数：表面，探测器，像素和数据。表面是 NSC 组的表面编号（如果非序列模式则使用 1）。探测器是探测器所处的物体编号。物体和表面都可以用作探测器。如果像素是大于 0 的整数，则返回该像素的光通量、光通量/面积、光通量/立体角。最终 NSDD 操作数返回值具体是上述三个数据中的哪个由第四个参数“数据”决定，数据一栏可以输入 0，1 或 2，分别对应光通量、照度或者强度。如果像素为 0，则返回探测器上光通量的和或者总光通量/面积。返回的数据单位由系统单元决定，请参见“分析单位”。NSDD 也可以计算其他数据。

Pix#	Data#	输出
N	0	pixel N 上的光通量
N	1	pixel N 上的光通量/面积 (照度)
N	2	pixel N 上的光通量/立体角 (强度)

N	3	归一化光通量
0	0	所有像素的总光通量（位置空间）
0	1	平均光通量/面积（位置空间）
0	2	所有像素的总光通量（角度空间）
-1	0	最大光通量
-1	1	最大光通量/面积
-1	2	最大光通量/立体角
-2	0	最大光通量
-2	1	最大光通量/面积
-2	2	最大光通量/立体角
-3	不使用	到达探测器所有像素的光线总数
-4	0	所有非零像素光通量数据的标准差 (均值的 RMS)
-4	1	所有非零像素光通量/面积数据的标准差 (均值的 RMS)
-4	2	所有非零像素光通量/立体角数据的标准差 (均值的 RMS)
-5	0	所有非零像素光通量数据的均值
-5	1	所有非零像素光通量/面积数据的均值
-5	2	所有非零像素光通量/立体角数据的均值
-6	0	光通量数据质心的 x 坐标
-7	0	光通量数据质心的 y 坐标
-8	0	光通量数据质心 的 z 坐标
-6	1	光通量/面积（照度）数据质心的 x 坐标
-7	1	光通量/面积（照度）数据质心的 y 坐标
-8	1	光通量/面积（照度）数据质心的 z 坐标
-6	2	光通量/立体角（强度）数据质心的 x 坐标
-7	2	光通量/立体角（强度）数据质心的 y 坐标
-8	2	光通量/立体角（强度）数据质心的 z 坐标

-9	0	基于所有像素光通量数据的 r2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS 径向距离
-10	0	基于所有像素光通量数据的 x2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS x 距离
-11	0	基于所有像素光通量数据的 y2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS y 距离
-12	0	基于所有像素光通量数据的 z2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS z 距离
-13	0	基于所有像素光通量数据的 xy 的二阶矩
-9	1	基于所有像素光通量/面积数据的 r2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS 径向距离
-10	1	基于所有像素光通量/面积数据的 x2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS x 距离
-11	1	基于所有像素光通量/面积数据的 y2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS y 距离
-12	1	基于所有像素光通量/面积数据的 z2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS z 距离
-13	1	基于所有像素光通量/面积数据的 xy 的二阶矩
-9	2	基于所有像素光通量/立体角数据的 r2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS 径向距离
-10	2	基于所有像素光通量/立体角数据的 x2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS x 距离
-11	2	基于所有像素光通量/立体角数据的 y2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS y 距离
-12	2	基于所有像素光通量/立体角数据的 z2 的二阶矩，相当于所有像素相对于质心的加权 RMS z 距离
-13	2	基于所有像素光通量/立体角数据的 xy 的二阶矩
-14	0,1	指定空间频率下 X 方向几何 MTF
-15	0,1	指定空间频率下 Y 方向几何 MTF

N 是正整数。

Data#=2 仅可用于矩形探测器，矩形探测器上记录角空间数据。

对于 Pix# = 0 和 Pix#=-6 到 -13，Data# = 0 和 1 的值会是相同的因为所有像素大小相同。

对于面元探测器，Data#只能为 0 或 1。

如果物体是面元探测器，或者 Pix#是-1 或 0，则只支持 Data 0 和 1。对于 NSDD 的这些功能的描述同样适用于类似的相干数据 NSDC，对于颜色探测器数据则是 NSDE，对于极探测器数据使用 NSDP。

实际优化这些系统的困难所在是相对于变量参数的探测能量导数的计算，因为在计算探测能量时相对较大的不确定性。必须追迹大量光线来决定照明的大致图形。

关于随机数字和 NSTR 的注解

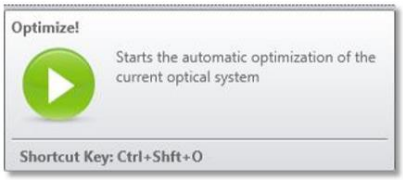
注意，当使用 NSTR 操作数发出光线时，OpticStudio 使用相同的生成随机数来计算评价函数。这意味着在每次计算评价函数时都使用相同随机数的一组光线进行计算。如果不改变光学系统，那么评价函数总是得到一致的值，这是优化评价函数一个非常理想的功能。然而，如果对系统进行了改动，光线可能改变路径并对不同的路径使用相同的随机数组光线；以计算散射路径为例。

探测器像素编号

关于各种类型探测器像素编号的详细讨论，请参见“NSC 探测器”。

优化 (Optimize!)





详细描述请参阅“优化选项卡”中“自动优化”章节的内容。

[评价函数向导] (Merit Function Wizards (optimize tab, non-sequential))



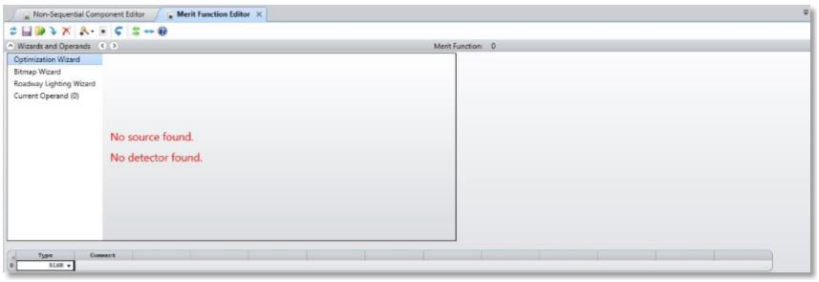




这些是优化向导，可在非序列 UI 模式的优化选项卡的自动优化部分中找到。

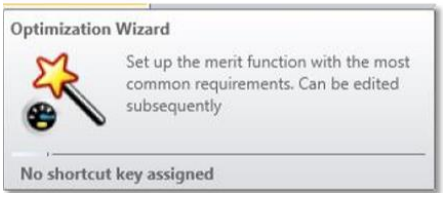
优化向导还可以通过在“评价函数编辑器”数据栏最上方点击“优化向导和操作数”来访问。

注意，非序列模式下如果非序列元件编辑器中没有插入特殊物体（例如光源、探测器），那么优化向导功能不可用。就像下图显示的这样。



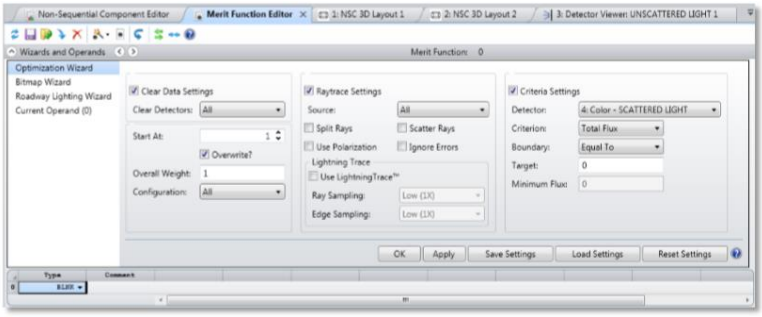
[优化向导] (Merit Function Wizards)





优化向导，可在非序列 UI 模式的优化选项卡的自动优化部分中找到。优化向导还可以通过在“评价函数编辑器”数据栏最上方点击“优化向导和操作数”来访问。在优化向导对话框中有选项可以选择自动添加评价函数。这个工具包括三个选项：探测器的设置，光线追迹的设置，和目标计算的设置。

下面的截图是 OpticStudio 非序列散射示例文件，“Fluorescence Example.ZMX”：



评价函数是一个光学系统有多满足一系列指定目标的程度的数值表示。OpticStudio 评价函数列表中的操作数分别代表不同的约束或者目标，如总光通量，均匀性以及许多其他目标等等。

评价函数值是列表中每个操作数的实际值和目标值之差的加权平方和。根据评价函数这种定义方式，评价函数目标值为零时最理想。优化算法也是试图通过变量的变化使最终评价函数的值尽可能小，因此评价函数应代表你所希望得到的系统。

定义评价函数的最简单方法是使用非序列优化向导来定义评价函数。优化向导中的选项用来自动建立评价函数，通过点击**应用**按钮可以分段的建立评价函数。它能使对话框保持开启并能够再添加额外的标准。**确定**按钮将添加想要的标准并关闭对话框。

清除数据设置

NSC 评价函数必须包含一个操作数，该操作数会在其他操作数返回数据之前先清除所有探测器数据。优化向导将添加这个操作数来清除所有探测器数据，如不管清除探测器中的设置。此设置可以在评价函数中需要复杂的追迹和清除顺序的情况下，选择性地清除单个探测器数据。如果不需要复杂的清除，只需将保留默认设置（清除所有）即可。

开始行设置

自动评价函数将在指定的起始行位置开始。当在评价函数中应用操作数时，起始行会相应的被更新以防止覆盖掉已经写好的评价函数。如果勾选了覆盖复选框，则 OpticStudio 会删除掉当前添加在起始行之后的操作数并定义当前操作数。如果不勾选覆盖选项，则另外添加的行将会在插入到起始行且不会覆盖其他操作数。总的权重定义添加的操作数的权重。还能定义设置的是某个结构的评价函数还是所有结构的。

光线追迹设置

追迹单个光源光线或追迹所有光源光线取决于光源设置。另外，能够控制光线分裂、散射、偏振和忽略错误。有关这些设置的详细信息，请参见“分析选项卡”中的“光线追迹控件”。LightningTrace 是替代传统光线追迹的方法，这一功能只能够在 OpticStudio-旗舰版本中使用。详细使用方法请看“分析选项卡”中“LightningTrace 追迹”部分。

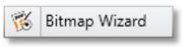
标准设置

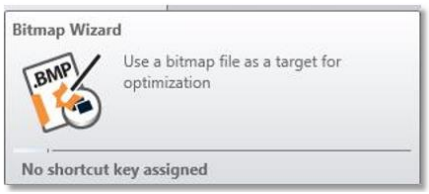
OpticStudio 支持多种不同的优化标准。可用的标准取决于所选择的探测器类型，包括 RMS 光斑半径、RMS X 向半径、RMS Y 向半径、RMS 角半径、RMS X 向角半径、RMS Y 向角半径、空间均匀性、角均匀性、总光通量、质心 X、质心 Y、质心角 X 和质心角 Y。当选择不同探测器时，只有它支持的标准类型才会在标准对话框中列出。使用矩形探测器可以有最多的可用标准。优化操作数的目标值可以设置为等于、大于或小于某些指定的目标。目标值表明标准的期望值，单位与镜

头单位相同。

在 NSC 的优化时经常需要保持一个最小的光通量目标值以防 OpticStudio 搜索到光线没有到达探测器的一些解。可指定镜头单位表示的最小光通量目标值，通常也推荐这么做。如果最小通量目标值保留为默认值零则最小目标光通量被忽略。如前所述，使用应用按钮能够创建含有多种目标类型的评价函数。注意第一次点击应用按钮之后，将取消勾选清除数据设置和光线追迹设置以防止定义多余的相应的操作数。此外应用和确定选项被抑制直到对设置进行了更改，同样也是为了防止定义多余的操作数。

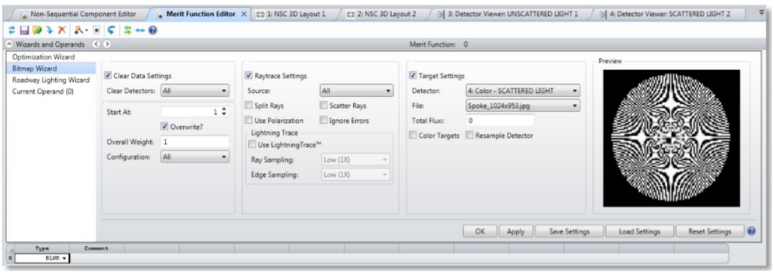
[位图向导] (Bitmap Wizard(optimize tab, non-sequential))





位图向导可在“优化”选项卡的“自动优化”部分中使用，也可以通过展开“评价函数编辑器”上方栏中的“优化向导与操作数”。

下面的截图是 OpticStudio 非序列散射示例文件，“Fluorescence Example.ZMX”：



这一功能仅在 OpticStudio 旗舰版本中可以使用。

NSC 位图向导允许使用图像作为优化目标。在许多应用中，所期望的能量分布不是用不均匀性或最大功率描述的那样简单，而是一种更复杂的分布。此外，除了光通量目标外，还可能需要颜色目标。如果可以以标准图像文件格式定义所需的光通量和颜色分布，则位图评价函数工具可以将其转换为一个评价函数。目前，该工具仅支持空间分布目标的设定。

清除数据设置

设置的方式与 NSC 优化向导的清除数据设置相同。请参考在“优化（非序列 UI 模式）”下的“自动优化”部分的“NSC 优化向导”。

开始行设置

设置的方式与 NSC 优化向导的开始行设置相同。请参考在“优化（非序列 UI 模式）”下的“自动优化”部分的“NSC 优化向导”。

光线追迹设置

追迹单个光源光线或追迹所有光源光线取决于光源设置。另外，能够控制光线分裂、散射、偏振和忽略错误。有关这些设置的详细信息，请参见“分析选项卡”中的“光线追迹控件”。LightningTrace 是替代传统光线追迹的方法，这一功能只能够在 OpticStudio-旗舰版本中使用。详细使用方法请看“分析选项卡”中“LightningTrace 追迹”部分。

目标设置

此工具只支持颜色探测器和矩形探测器。因为输入图像必须转换为空间优化目标，因此，只有上述两种探测器会出现在探测器列表中。添加的文件表示目标空间分布。支持的文件格式有 BMP，JPG，PNG，这些文件必须位于<数据>\IMAFiles 文件夹。详情请参阅“文件夹”章节。

但是图像文件显示的是期望的相对光通量分布，而不总光通量。用户必须设置系统总光通量的值，该值的单位是系统镜头单位。如果探测器选择的是颜色探测器，那么必须定义颜色目标。否则，评价函数中只有光通量的目标，而不会加入颜色目标。此外，输入图像可以被缩放到探测器的分辨率，或者改变探测器的分辨率以匹配图像分辨率。设置重新采样探测器就是改变探测器的分辨率匹配图像分辨率。在所有情况下，都可以预览探测器上的目标图像，这是为了让用户可以看到 OpticStudio 将针对探测器设置怎样的目标函数。请注意，由于对话框预览的大小、图像的分辨率和屏幕的分辨率不匹配等原因，可能会出现一些混叠效果。这些伪影只存在于预览图像中，而不在评价函数定义的实际目标中。

[高分辨率图像和探测器] (High Resolution Images and Detectors)

如果只有光通量作为目标，NSC 的位图优化向导为探测器的每个像素添加一个操作数，如果颜色和光通量同时作为目标，位图向导为探测器每个像素会添加三个操作数。对于高分辨率探测器或目标图像，这可能会导致需要大量的操作数。出于这个原因，建议使用准确表示所需光通量/颜色分布的最低分辨率图像。一旦用户点击“确定”或“应用”，OpticStudio 将在对话框标题栏中显示评价函数创建进度并且有终止按钮。如果设置中出现错误或操作数的创建时间过长，则用户可以随意终止该过程，已添加的任何操作数都将从评价函数中删除。

[道路照明优化向导] (Roadway Lighting Wizard)

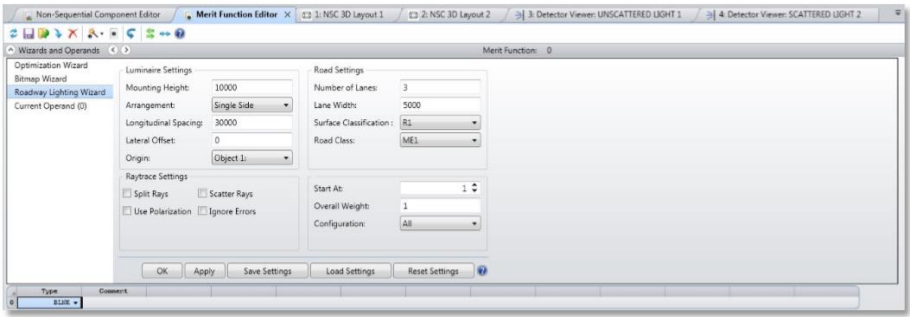




道路照明优化向导可在“优化”选项卡的“自动优化”部分中使用，也可以通过展开“评价

函数编辑器”顶部栏的“优化向导与操作数”。

下面的截图是 OpticStudio 非序列散射示例文件，“Fluorescence Example.ZMX”：



这一功能仅在 OpticStudio 旗舰版本中可以使用。

道路照明向导参照 CIE 140-2000 的规范对路灯进行优化。有关这些计算的详细信息，请参见“分析选项卡”的“道路照明”部分。使用此工具，OpticStudio 将添加 NSTW 操作数，以便从所有使用的光源追迹光线；CIE 140-2000 八个规范中的每一个要求，OpticStudio 都会对应添加一个 NSRW 操作数。每个规格都是一个阈值，所以需要添加 OPGT 和 OPLT 操作数设定边界的目标。详细说明可以参考“NSTW”和“NSRW”使用说明部分。

光源设置

设置的方式与道路照明分析中使用的设置相同。详情请参见“分析选项卡”的“道路照明”部分。

开始行设置

评价函数将从指定的起始行开始，并在该行之后删除所有现有的操作数。总的权重定义添加的操作数的权重。还能定义设置的是某个结构的评价函数还是所有结构的。

道路设置

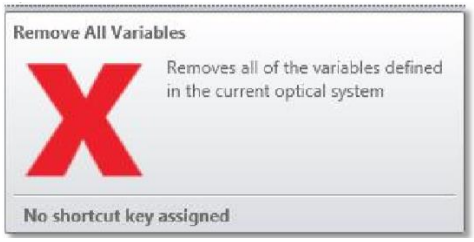
设置的方式与道路照明分析中使用的设置相同。详情请参见“分析选项卡”的“道路照明”。

光线追迹设置

追迹单个光源光线或追迹所有光源光线取决于光源设置。另外，能够控制光线分裂、散射、偏振和忽略错误。有关这些设置的详细信息，请参见“分析选项卡”中的“光线追迹控件”。

[删除所有变量] (Remove All Variables (optimize tab, non-sequential))





在“优化选项卡”的“自动优化”章节，可以看到“删除所有变量”的详细说明。

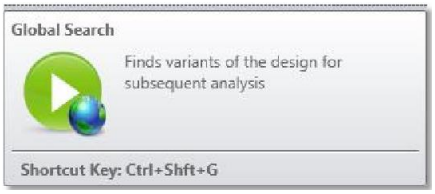
[全局优化组] (Global Optimizers Group (optimize tab, non-sequential))



这些是非序列 UI 模式中可以使用的全局优化工具。

[全局优化] (Global Optimizer)





详细说明请参阅“优化”选项卡 “全局优化组”下的“全局优化”部分。

[锤形优化] (Hammer Optimizer)





详细说明请参阅“优化”选项卡 “全局优化组”下的“锤形优化”部分。

公差选项卡（The Tolerance Tab）

公差菜单栏包含用于一个光学系统进行公差分析的工具。

公差选项卡（序列 UI 模式）



公差选项卡（非序列 UI 模式）



有关公差分析的更多信息，请查阅 “公差概述”章节。

[生产工具组](Production Tools Group)



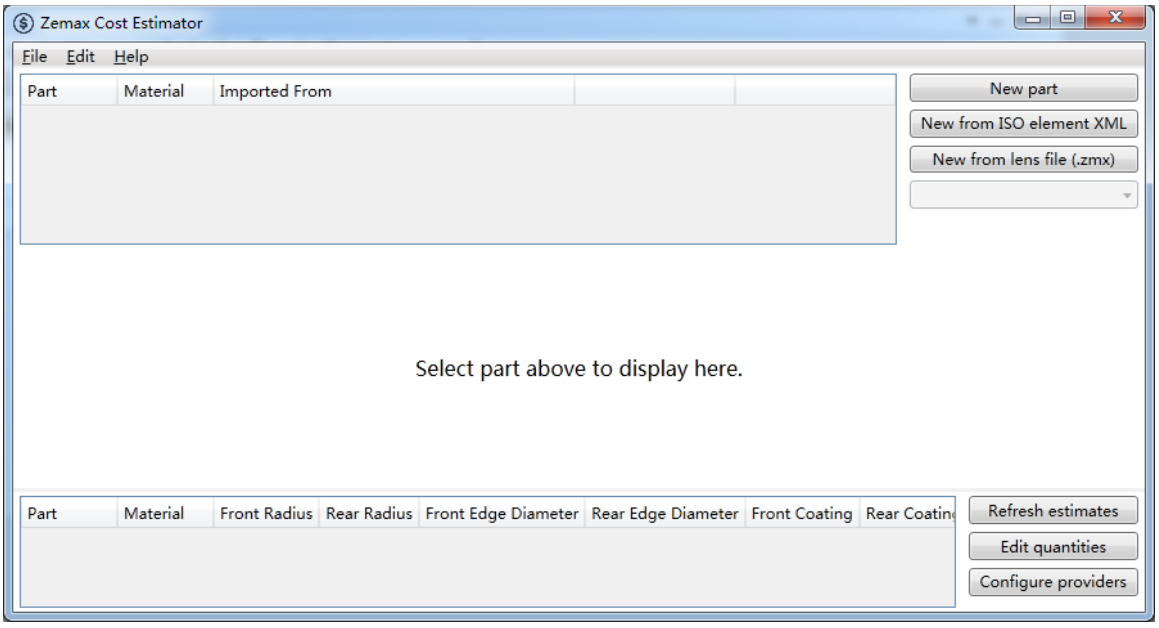
OpticStudio 生产工具组包含成本估计、锁定设计、特定光线生成器。

[成本估计器（生产工具）](Cost Estimator (production tools))





OpticStudio 成本估算器可用于获得单片镜头的价格估算。 要打开此独立工具，请转到公差功能区，然后选择成本估算器按钮。
成本估算器界面打开，并显示一个新的空白成本估算器项目。

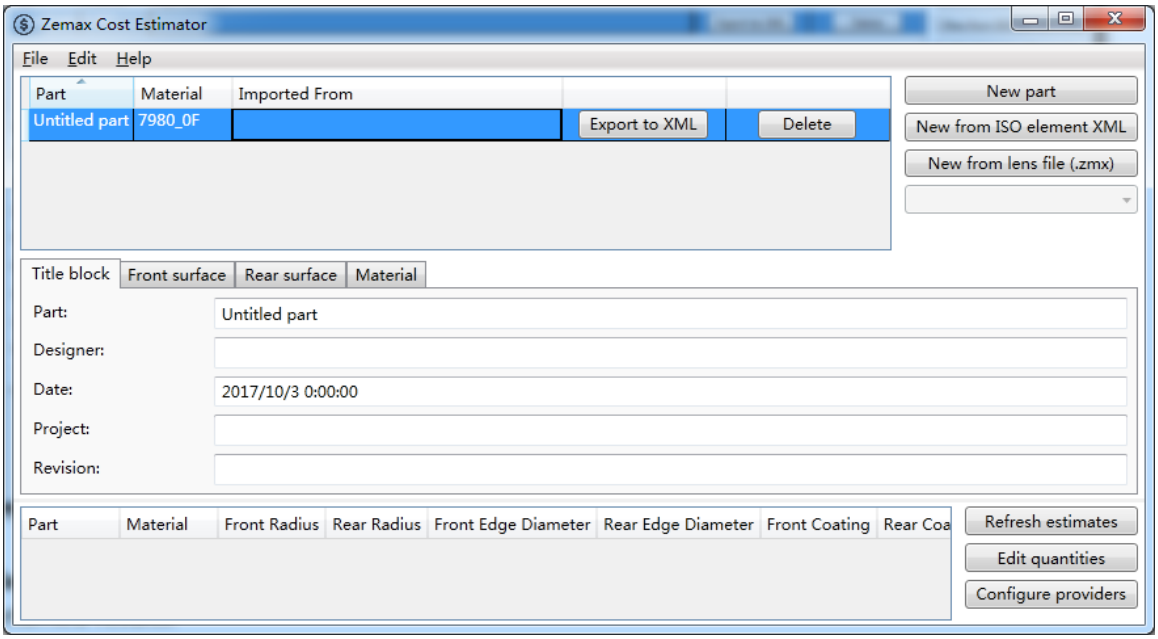


已保存的成本估算项目可以通过成本估算器界面下的文件菜单可打开：
文件 > 打开成本估算项目。

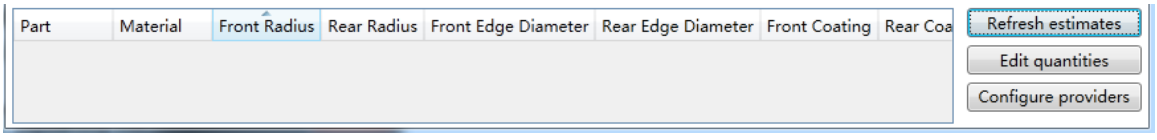
以前导出的零件列表可以从成本估算器会话框导入：
文件 > 导入零件列表。
新建一个项目，需要输入有关单片镜头的信息。可通过以下三种方式来完成：

（1） **新建零件** - 通过手动输入各种数据字段输入零件信息。
（2） **从 ISO 元素 XML 新建** - 从以前由 ISO 元素绘图工具生成的 XML 文件或另一个成本估算器项目中导入零件信息。
（3） **从镜头文件新建(.zmx)** - 从 OpticStudio 镜头文件导入零件信息。 镜头文件的单片镜头有效列表可以从“镜头文件新增(.zmx)”按钮下拉菜单中访问。 注意，单镜头的各表面之间不能有坐标间断。

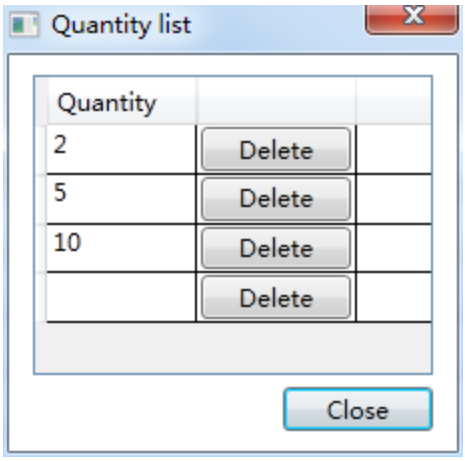
可以通过选择窗口顶部面板中的零件列表中的行，并在中间面板中浏览选项卡来编辑零件规格。



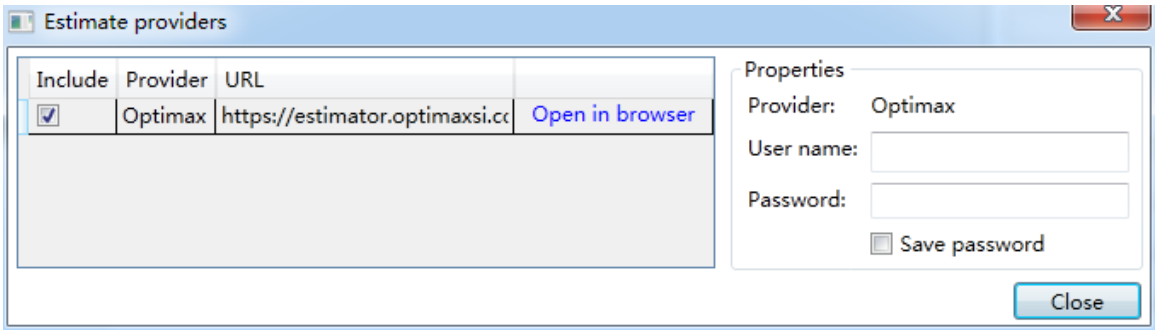
刷新估算值 - 将镜头信息提交给成本估算器，并显示返回的结果。



编辑数量 - 改变请求估算值的镜头的数量。打开以下对话框：



配置工具 - 配置您想要获取的成本估算资料。打开以下对话框：



将您的工作保存在成本估算器中，以便以后继续使用或与其他 OpticStudio 用户共享，请从主菜单中选择文件 > 保存成本估算项目或文件 > 保存成本估算项目。然后，您可以从成本估算器会话中使用主菜单中的文件菜单打开另一个成本估算器项目：文件 > 打开成本估算器项目文件。此项目文件保存您输入的所有镜头数据以及最近检索的成本估算值。

[Optimax®错误代码](Optimax® Error Codes)

下表列出了由 Optimax®提供给 OpticStudio 的错误代码列表。 有关错误代码的具体问题，请通过 Sales@OptimaxSI.com 联系 Optimax 了解更多信息。

错误代码	错误信息

z00	如果在一周内，一个或多个镜头的光学属性在制造限制之外，则 Optimax 估算器会返回错误消息。 请按照建议修改镜头属性，或者联系 sales@optimaxsi.com 获取更多信息。
z01	您指定的材料不是 Optimax 首选玻璃。 Optimax 提炼大多数光学材料。 请联系销售工程师。
z02	左表面上的膜层类型无效
z03	右表面上的膜层类型无效
z04	提交的 XML 文件有传输错误。 请重新提交或联系 OpticStudio 客户服务。
z05	登录失败。要注册 Optimax 估算器，请登录 estimator.optimaxsi.com 并单击注册。
z06	您的估算器帐户已过期。 要更新账户，请联系 estimator@optimaxsi.com。
z07	由于左表面的光焦度密度很高，所以需要特殊处理来制造该光学元件。
z08	由于右表面的光焦度密度很高，所以需要特殊处理来制造该光学元件。
z09	左表面 ISO 等级编号必须大于或等于 0.25
z10	右表面 ISO 等级编号必须大于 0.25
z11	估算数量必须在 1 到 10 之间。
z12	左表面 ISO 表面缺陷 L_A 必须大于或等于 0.002
z13	右表面 ISO 表面缺陷 L_A 必须大于或等于 0.002
z14	左表面曲率半径的公差范围必须限制在估计的标称半径内。
z15	边缘直径的公差范围必须限制在估计的标称半径内。
z16	Diameter to flat 的公差范围必须限制在估计的标称半径内。
z17	右表面曲率半径的公差范围必须限制在估计的标称半径内。
z18	中心厚度的公差范围必须限制在估计的标称中心厚度内。](Center thickness tolerance range must bound nominal center thickness for Estimation.)
10	镜片厚度大于玻璃制造商提供的标准玻璃板材厚度。
20	不支持比 f/1 快的 F 数。
30	半径必须在 10mm 到 1500mm 之间。
40	左表面边缘直径不能大于 Diameter to flat
50	右表面边缘直径不能大于 Diameter to flat
60	左表面边缘直径不能小于通光口径。
70	右表面边缘直径不能小于通光口径。
80	材料厚度必须在 2mm 至 100mm 之间。
90	材料厚度公差必须为+/- 0.025 或更大。
100	左表面的通光孔径必须为 Diameter to flat 的 90%或更小
105	右表面的通光孔径必须为 Diameter to flat 的 90%或更小
110	左表面的光焦度公差必须为 1 fringe 或更大
120	右表面的光焦度公差必须为 1 fringe 或更大
130	Diameter to Flat 应在 10mm 至 100mm 之间。
140	ETD 必须为 0.005 或更大

150	最大允许 RMS 粗糙度必须为 10Ang 或更大
160	透镜直径的材料厚度的长宽比应不小于 Diameter to flat 的 1/5，且不大于 Diameter to flat 的 10 倍。
170	左表面公差 B 的规格应大于 0.2 fringes。
180	右表面公差 B 的规格应大于 0.2fringes。
190	透镜宽度大于玻璃制造商提供的玻璃板材宽度。
200	Diameter to flat 公差必须为+0.0/-0.015 或更大。
210	矢高公差必须为+/-0.015 或更大。

也可参阅系统管理器中的成本估算器(Cost Estimator(system explorer))设置，以及生产加工绘图与数据组(manufacturing drawing and data group)内的成本估算器设置。

[锁定设计](Design Lockdown)

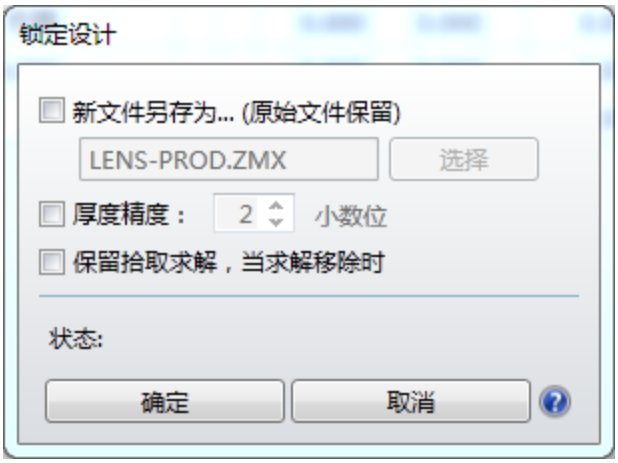




此功能仅适用于 OpticStudio 的专业版和旗舰版。

锁定设计工具可将系统所有的理想化输入转换为实际制造输入。

如果存在多重结构，锁定设计工具会发出错误并中止。



新文件另存为：选中后，锁定设计工具将创建指定的.ZMX 文件以存储成品系统。 未选中时，锁定设计工具将使用成品系统覆盖当前系统。

厚度精度：定义所有表面的厚度的精度范围。
移除求解选项时，保留拾取求解：选中后，锁定设计工具在转换到成品系统后保留拾取求解，但移除所有其他求解。未选中时，锁定设计工具将从成品系统中移除所有求解，包括拾取求解。以下是几种特殊情况：

- 通光半直径或半直径，延伸区或机械半直径的拾取器始终设置为固定。
- 材料偏移求解不被移除。
- 如果材料求解拾取一材料模型，则移除拾取，但将具有求解设置的曲面设置为具有与拾取面等效的模型参数的模型材料。

状态：渐晕的光线或隐藏的光线不会保存到.CRS 文件。 如果系统包含孔径、通光半直径或着半直径的求解不是自动求解(Automatic)，设计锁定工具对话框中会显示一个警告，以警告用户光线可能会在生产系统中被遮挡。

讨论 通常需要多个步骤将一个序列模式下设计的系统转换成成品系统。特别是系统中的所有理想化输入都要转化为实际的制造输入。锁定设计工具将通过以下方式自动执行此转换：

- 如果光线瞄准处于关闭状态，则开启近轴光线瞄准。
- 将任意通光半直径等于零或半直径等于零的曲面转换成 Zemax 自动计算的通光半直径值或半直径值（坐标断点面和忽略的表面除外）。

- 除非系统孔径的孔径类型是“物方空间 NA”或者“物方锥角”，否则将孔径类型更改为“光阑尺寸浮动”。请查阅下面的孔径调节详细信息。
- 从使用基于像的视场点定义（如果正在使用）切换到基于物的定义。 主波长用于此转换。
    - 对于有限远共轭系统，使用物体高度定义视场。
    - 对于无限远共轭系统，除非系统已经使用经纬角，否则使用角度定义视场。
- 将所有的通光半直径或半直径切换成固定孔径。
- 用固定孔径替代渐晕。
- 即使在缩放镜头对话框中选择了“移除求解选项时保留拾取求解”，也将所有的光学通光半直径、半直径、延伸区和机械半直径设置为固定。
- 移除变量和其他求解。有关详细信息，请查阅移除求解选项时保留拾取求解的讨论。
- 如有需要，对厚度值进行四舍五入。

孔径调整详细信息

如果设置的光阑尺寸大于 Optic Studio 自动计算的光阑尺寸，当孔径类型转换为光阑尺寸浮动时，设计锁定工具将遵循原始的孔径类型。例如，可以将孔径类型设置为入瞳直径，并在光阑上使用固定求解去表示比光学半直径大的机械半直径。对于这样的情况，新的光学半直径被设定为使新系统中能保留原始的所有属性的一个值，此时孔径类型也将切换为光阑尺寸浮动。例如，如果原始系统的孔径类型为入瞳直径，我们设置的光阑半直径应使新系统中的入瞳直径等于原始系统的入瞳直径。如果光阑面支持机械半直径，则 OpticStudio 会调整延伸区以使得机械半直径被设置为原始的光学半直径。

[特定光线生成器](Critical Rayset Generator)



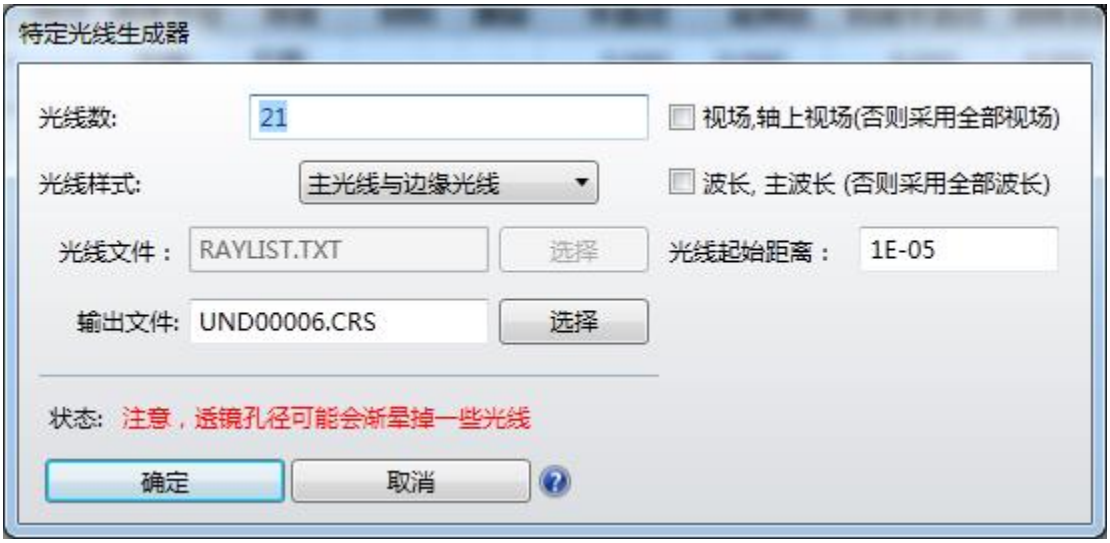


此功能仅在 OpticStudio 的旗舰版本中可用。

特定光线生成器创建了一个“特定”的光线集合，以确保在非序列系统中对原始序列系统所做的更改（例如通过添加元件或光学卡座以减少杂散光效应）不会产生负面的影响。它会创建一个.CRS 文件，该文件在非序列模式中可使用特定光线追迹或者作为源文件对象。

如果满足以下任一条件，则特定光线生成器发出错误并中止：

- 存在散射
- 孔径类型不是光阑尺寸浮动，物方空间 NA，或者物方锥角
- 光线瞄准处于关闭状态
- 任何表面（除了坐标断点面和被忽略的表面）都具有通光半直径或半直径等于零
- 存在多重结构



光线数：光线数量指定了为每个选定的视场和波长绘制的光线数量。如果光线样式选择的是主光线与环簇光线，光线将沿光瞳扇形均匀分布或围绕周边均匀分布。如果光线样式选择的是列或者主光线与边缘光线，则该参数被忽略。“光线数”参数是基于实体模型和 3D 视图中的“光线数”参数。特定光线生成器和实体模型/3D 视图之间有两个区别。首先，“主光线与边缘光线”的光线样式总是产生 5 条光线。其次，“主光线与环簇光线”的光线样式将在环中绘制 N-1 条光线。如果光线都是渐晕的，CRS 文件中的光线数可能会少于此处选择的参数。]

光线样式：选择主光线与边缘光线，XY 扇形图，X 扇形图，Y 扇形图，主光线与环簇光线，列或网格来指示光线追迹的样式。“列”选项表示要追迹的光线是用户定义并列在文件中的；请查阅

3D 视图中 **Raylist 文件格式(Raylish File Format)**的讨论以获取有关 Raylist 文件格式的更多信息。

光线文件：用于“列”光线样式下用户定义光线的文件。请查阅 3D 视图中 **Raylist 文件格式(Raylish File Format)**的讨论以获取有关 Raylist 文件格式的更多信息。

输出文件：用于存储特定光线组的文件。

视场，轴上视场（否则采用全部视场）：选中时，光线追迹只能始于轴上的视场点。 未选中时，所有的视场点都被追迹。

波长，主波长（否则采用全部波长）：选中时，只追迹主波长。未选中时，所有波长都被追迹。

有效输入距离：这是从插入的虚拟表面的顶点到下一个表面的顶点的距离，用于记录光线的起始位置。 它只适用于无限远共轭系统。请参阅下面的讨论以了解更多详细信息。

状态：渐晕或被遮挡的光线不会保存到.CRS 文件。如果系统包含孔径、通光半直径或者半直径的求解不是自动(Automatic)，则锁定设计工具对话框会出现警告，以提醒用户光线可能在生产系统中存在渐晕。

讨论 一旦成品系统设置完毕，需要为系统添加额外的组件以协助机械装配以及减少杂散光。这些组件可以在 OpticStudio 的非序列模式下或通过 LensMechanix 进行添加。添加这些组件后，系统的性能不会降低，这对用户来说很重要。确定这一点的根本途径是在添加这些组件之前和之后查看系统中的“特定”光线的行为。特定光线生成器允许用户通过序列术语（例如：“仅使用主光线与边缘光线”等等。）来定义特定光线组。一旦进入非序列模式，用户可以通过特定光线生成器在该特定光线组上运行特定光线追迹。

特定光线生成器生成一个由用户选择的包含表格中所有光线的 ASCII.CRS 文件。该表格有一个包含数字或光线(N)的标题行，单位标志，以 YYYYMMDD 格式创建文件的日期，光线组标志（枚举 7 个选项中的哪一个用于定义光线组）和用于测量最终段光线位置的探测器的关于 x，y 和 z 轴的倾斜。单位标志：0 为米，1 为英寸，2 为厘米，3 为英尺，4 为毫米。光线组标志：0 为 XY 扇形图，1 为

X 扇形图，2 为 Y 扇形图，3 为主光线与环簇光线，4 为列光线，6 为网格光线，8 为主光线与边缘光线。如果像平面位于镜像空间中，则围绕其他倾斜的 X 轴会有额外的 180 度旋转。这确保图像平面的“前方”对应于特定光线追踪器的探测器的前面。

还有第二个标题行描述了其余数据中的每一列。这行是注释，如果.CRS 文件是手动创建的，则无关紧要。
然后在表中有 N 行数据，每行包含以下列：

•光线起点的 XYZ 位置数据
•光线起点的 LMN 方向余弦数据
•光线的波长（以微米为单位）
•一栏强度值，全部设置为 1.0
光线初始视场点编号
•指示光线样式是主光线，边缘光线还是 X 扇形图，Y 扇形图，XY 扇形图，网格，环或列的一部分的标志
•光线终点的 XYZ 位置数据（在像平面上）•光线终点的 LMN 方向余弦数据（在像平面上）

光线起点和终点的 XYZ 以及 LMN 数据，都与全局参考面的定点有关联。这些行的格式与非序列模式下的 SDF 格式类似。像 SDF 文件一样，以“!”开头的行是注释行，并被忽略。

由于落在物体边缘的胶合距离内的光线以非序列模式终止，因此当我们追迹特定光线的边缘光线时，我们不会在序列模式将它们追迹到光瞳的确切边缘。相反，对于孔径类型为“物方空间 NA”或“物方锥角”的系统，我们将它们追迹到已转换为“光阑尺寸浮动”孔径类型或 1E-6*（孔径值）的系统中，以 50*（默认胶合距离）进行追迹。

光线列表中的用户自定光线没有视场点，因此在.CRS 文件中将它们列为“0”。

.CRS 文件中使用的光线标志为：

•0 表示主光线
•1 表示边缘光线
•2 表示网格光线
•3 表示环簇光线
•4 表示 Y 扇形图的一部分的光线，既不是主光线也不是边缘光线
•5 表示 X 扇形图的一部分的光线，既不是主光线也不是边缘光线

•6 表示 XY 扇形图的一部分的光线，既不是主光线也不是边缘光线
•7 表示列的一部分的光线

使用.CRS 文件作为源文件对象
在非序列模式下可以将特定光线文件作为光源文件。使得特定光线组可以像其他光源文件一样被追迹和分析。

关于有效输入的详细信息
此选项仅适用于无限远共轭系统。对于这样的系统，由于在非序列模式中的光线不能从无穷远处开始，所以用户必须在特定光线组中定义光线的起始位置。对于这些系统，特定光线生成器将插入一个虚拟表面，并记录光线在该表面上的位置作为起始点。有效输入距离是从虚拟表面到下一个表面的距离。
允许最小的有效输入距离为 10*（默认胶合距离），当前为 1E-5，下面输入的任何值将被转换为 1E-5。对于无限远共轭系统，来自 raylist 文件中的用户自定义光线将从文件中列出的 XYZ 值开始，而不是有效输入距离。

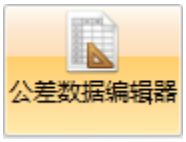
如果当投影到 yz 平面或 xz 平面时输入光线相对于 z 轴的角度大于 90 度，则虚拟表面必须是弯曲的。特定光线生成器将设置虚拟表面的曲率等于未被忽略的或不是坐标断点的第一个面的曲率。由于曲率的原因，特定光线生成器的上述最大有效输入距离不起作用。最大有效输入距离取决于虚拟表面的曲率和系统的详细信息。

[公差分析组](Tolerancing Group)

公差分析组包含公差数据编辑器、公差分析向导、公差分析、公差脚本、公差报告。



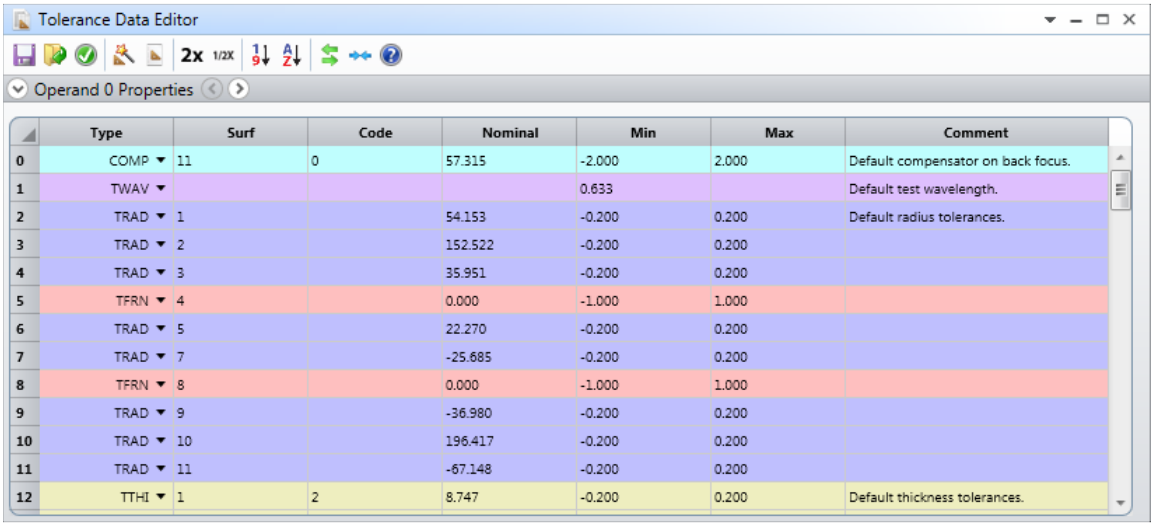
[公差数据编辑器](Tolerance Data Editor)





公差数据编辑器用于定义、修改和查看系统公差值。

有关详细信息，请参见“公差分析概述”。另请参阅公差分析以获取更多信息。)



	Type	Surf	Code	Nominal	Min	Max	Comment
0	COMP	11	0	57.315	-2.000	2.000	Default compensator on back focus.
1	TWAV				0.633		Default test wavelength.
2	TRAD	1		54.153	-0.200	0.200	Default radius tolerances.
3	TRAD	2		152.522	-0.200	0.200	
4	TRAD	3		35.951	-0.200	0.200	
5	TFRN	4		0.000	-1.000	1.000	
6	TRAD	5		22.270	-0.200	0.200	
7	TRAD	7		-25.685	-0.200	0.200	
8	TFRN	8		0.000	-1.000	1.000	
9	TRAD	9		-36.980	-0.200	0.200	
10	TRAD	10		196.417	-0.200	0.200	
11	TRAD	11		-67.148	-0.200	0.200	
12	TTHI	1	2	8.747	-0.200	0.200	Default thickness tolerances.

查看转换至非序列组(Convert To NSC Group)，获取更多关于转换至非序列模式的操作数的信息。

[公差操作数](Tolerance Operands)

公差操作数具有四个字母的助记符，如公差曲率半径的 TRAD。三个整数值，缩写为 Int1，Int2 和 Int3，与助记符相关联，以识别公差适用的表面或透镜的表面。有些公差操作数使用这些整数值，其目的不仅仅是定义表面编号，如下表所示。

每个公差操作数都具有一个最小值和一个最大值。这些值说明距离标称值可接受的最大该变量。还可以有空间为每个操作数添加注释，以提高公差设置的可读性。下表列出了可用的公差操作数，并对其进行了详细的说明。

公差操作数总结

TRAD -表面曲率半径公差（以镜头单位表示）
TCUR -表面曲率公差（以镜头单位的倒数表示）
TFRN -表面曲率半径公差（以 fringes 表示） TTHI -厚度或位置公差（以镜头单位表示）
TCON -圆锥系数公差（无量纲）
TSDI –通光半直径或半直径公差（以镜头单位表示） TSDX -标准面的 x 方向偏心公差（以镜头单位表示）
TSDX -标准面的 y 方向偏心公差（以镜头单位表示）
TSTX -标准面的 x 方向倾斜公差（以角度为单位） TSTY -标准面的 y 方向倾斜公差（以角度为单位）
TIRX -标准面的 x 方向倾斜公差（以镜头单位表示）
TIRY -标准面的 y 方向倾斜公差（以镜头单位表示）
TIRR -标准面不规则度公差
TEXI -使用泽尼克 Fringe 多项式(Zernike Fringe Polynomials)的表面不规则度公差
TEZI -使用泽尼克 Standard 多项式(Zernike Standard Polynomials)的表面不规则度公差
TPAI -表面参数值倒数公差
TPAR -表面参数值公差
TEDV -表面附加数据值公差
TIND -表面折射率公差
TABB -表面阿贝数(Abbe Number)公差
TCMU -表面膜层缩放公差
TCIO -表面膜层折射率偏移公差
TCEO -表面膜层消光偏移公差

TEDX -元件 x 方向偏心公差（以镜头单位表示）

TEDY -元件 y 方向偏心公差（以镜头单位表示）
TETX -元件 x 方向倾斜公差（以度为单位）
TETY -元件 y 方向倾斜公差（以度为单位）
TETY -元件 z 方向倾斜公差（以度为单位）
TNPS -NSC 物体位置公差
TNPA -NSC 物体参数数据公差

TMCO -多重结构编辑器值公差

CEDV -设定一附加数据值为补偿器

CMCO -设定多重结构值为补偿器

COMM -该操作数用于展示公差分析输出报告中的注释

COMP -设定厚度、曲率半径、或圆锥系数补偿器

CPAR -设定参数为补偿器

SAVE –保存在编辑器中用于评估先前行中公差的文件

SEED –产生用于蒙特卡罗分析(Monte Carlo analysis)的随机数生成器。选择 0 为随机数。

STAT -定义了蒙特卡罗分析中运用的统计方法

TWAV -设置操作数的测试波长，以 fringe 为单位

有关公差操作数的完整说明，请参阅下述章节。

[公差操作数总结表](Tolerance Operands Summary Table)

名称	Int1	Int2	Int3	描述
表面公差				
TRAD	面	-	-	曲率半径公差（以镜头单位表示）。
TCUR	面	-	-	曲率公差（以镜头单位倒数表示）。
TFRN	面	-	-	曲率半径公差（以 fringes 为单位）。
TTHI	[面	调整	-	厚度或位置公差（以镜头单位表示，带可选调整器）。
TCON	面	-	-	圆锥系数公差 （无量 纲）。
TSDI	面	-	-	通光半直径或半直径公差（以镜头单位表示）。
TSDX	面	-	-	标准面 x 方向偏心公差（以镜头单位表示）。
TSDY	面	-	-	标准面 y 方向偏心公差（以镜头单位表示）。
TSTX	面	-	-	标准面的 x 方向倾斜公差(TIR)（以度为单位）
TSTY	面	-	-	标准面的 y 方向倾斜公差(TIR)（以度为单位）
TIRX	面	-	-	标准面的 x 方向倾斜公差(TIR)（以镜头单位表示）

TIRY	[面	-	-	标准面的 y 倾斜公差(TIR)（以镜头单位表示）
TIRR	[面	-	-	标准面不规则度公差
TEXI	面	最大数	最小数	使用泽尼克 Fringe 多项式(Zernike Fringe Polynomial)的表面不规则度公差
TEZI	面	最大数	最小数	[使用泽尼克 Standard 多项式(Zernike Standard Polynomial)的表面不规则度公差
TPAI	面	参数数目	-	表面参数值倒数公差。)
TPAR	面	参数数目	-	表面参数值公差。
TIND	面	-	-	d 光折射率公差
TABB	面	-	-	阿贝 Vd 数(Abbe Vd number)公差。
TCMU	面	图层	-	膜层缩放公差。
TCIO	面	图层	-	膜层折射率偏移公差。
TCEO	面	图层	-	膜层消光偏移公差。
元件公差				
TEDX	面 1	面 2	-	元件 x 方向偏心的公差（以镜头单位表示）

TEDY	面 1	面 2	-	元件 y 方向偏心公差（以镜头单位表示）
TETX	面 1	面 2	-	元件 x 方向倾斜公差（以角度为单 位）
TETY	面 1	面 2	-	元件 y 方向倾斜公差（以角度为单位）
TETZ	面 1	面 2	-	元件 z 方向倾斜公差（以角度为单位）
用户自定义的公差				
TUDX	面	-	-	用户自定义的 x 方向偏心公差。 enter x.
TUDY	面	-	-	用户自定义的 y 方向偏心公差。
TUTX	面)	-	-	用户自定义的 x 方向 倾斜公差。
TUTY	面	-	-	用户自定义的 y 方向倾斜公差。
TUTZ	面	-	-	用户自定义的 z 方向倾斜公差。
非序列元件公差				
TNMA	面	物体	数据	NSC 材料 Nd 和 Vd 的公差。Nd 和 Vd 的数据代码分别是 1 和 2。

TNPS	面	物体	数据	NSC 物体位置公差。x、y、z、x方向倾斜、y方向倾斜、z方向倾斜的数据代码分别为 1、2、3、4、5和6。
TNPA	面	物体	参数	NSC 物体参数公差。

在公差数据编辑器中指定每个公差的最小值和最大值。下文中会对公差进行详细说明。

[TRAD: 曲率半径公差](TRAD: Tolerance on Radius)

[TRAD 用于定义曲率半径公差。最小值和最大值为最大误差值，以镜头单位表示。]
[例如，如果一个表面曲率半径的名义值为 100mm，该表面 TRAD 中小和最大的值分别是-.50 mm 和+.50 mm，则公差分析会将该表面的曲率半径设置为 99.50mm 和 100.50mm。]

[TCUR: 曲率公差](TCUR: Tolerance on Curvature)

[TCUR 用于定义与光焦度直接相关曲率公差，以曲率单位表示。最小值和最大值为最大误差值，以镜头单位倒数表示。]
[例如，如果表面曲率半径的名义值是 100mm，则曲率名义值为 0.01/mm。如果该表面 TCUR 中最小和最大的值分别是-.001/mm 和+.001/mm，则公差分析会将表面的曲率半径设置为 111.11 mm 和 90.909。]

[TFRN：条纹公差]TFRN: Tolerance on Fringes

条纹公差适用于对平面或表面曲率半径很大的面进行公差分析。最小值和最大值是条纹（无量纲）的最大误差。TWAV 用来定义测试波长。对于曲率有微小变化的表面矢高的改变，可用下式近似表示

$$\Delta Z = \frac{r^2}{2}\Delta C,$$

其中 r 为表面的净口径或半直径。矢高的改变与条纹误差通过下式联系起来：

$$\Delta Z = \frac{\lambda}{2} N,$$

其中， N 代表条纹数目。1/2 这一系数假定测试类型为牛顿环双通测试。更多详细内容，请参阅 Malacara 的《Optical Shop Testing》。

[TTHI: 厚度公差](TTHI: Tolerance on Thickness)

[TTHI 用于定义在元件组内的透镜的绝对位置以及透镜厚度的公差。]

[OpticStudio 创建默认公差时，TTHI 将假设所有厚度变化都只影响该表面厚度以及与该表面接触的任何表面。例如，双胶合透镜中的第一个透镜的厚度变化为+1.0mm，则第二透镜的前后顶点都偏移+1.0mm。]

[但是，由于 OpticStudio 通过使用前一个表面的偏移来定义所有表面的位置，因此将该表面厚度增加 1.0mm 将会使系统中所有后续的透镜移位+1.0mm。而在加工过程中更可能出现的是+1.0mm 偏移会占据透镜组之后的第一个空气间隙。TTHI 可以通过允许指定“调整”表面来处理这种情况。当 OpticStudio 创建默认公差时，调整表面被指定为公差表面后面的第一个空气间隙。]

[为说明这一点，假设一个透镜的表面 3 材料为 BK7，表面 4 材料为 F2，表面 5 为空气。这三个表面的厚度名义值分别为 3mm、4mm 和 6mm。如果表面 3 的 TTHI 操作数由默认公差算法定义，则调整表面定义为表面 5。如果公差值是+0.1mm，那么在分析过程中，三个表面的厚度将分别更改为 3.1、4.0 和 5.9。因此，表面 3 的厚度发生更改时，从表面 6 到像面之间的所有表面的绝对位置不会受到影响。]

[调整表面是可选择项；如果要禁用调整表面，应设置其编号与公差编号相同，例如 TTHI 3 3。对于某些系统，可以不用对调整表面进行设置，如通过在镜筒中堆叠垫片进行装配的透镜系统。]

[除非 Int1 等于 Int2，否则 Int1 用于定义表面编号， Int2 用于定义调整表面编号。最大值和最小值为最大误差值，以镜头单位表示。]

[TCON: 圆锥系数公差](TCON: Tolerance on Conic)

[TCON 用于定义圆锥系数公差。最大值和最小值为最大误差值。（无量纲）]

[TSDI：净口径或半直径公差](TSDI: Tolerance on Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter)

[TSDI 用于定义表面通光半直径或半直径公差。最小值和最大值是最大误差值。（以镜头单位表示）

[TSDX, TSDY：表面偏心公差](TSDX, TSDY: Tolerance on Surface Decenters)

[TSDX 和 TSDY 是分别用于分析标准面型的 X 偏心和 Y 偏心。Int1 值表示表面的编号，且该表面必须是标准面类型。标准面类型以外的表面应该用稍后描述的 TEDX 和 TEDY 操作数进行公差分析。最小值和最大值为最大偏心量。（以镜头单位表示）**]**

[TSDX 和 TSDY 使用不规则面表面类型进行公差分析。更多相关信息，请搜索帮助文件中关于“不规则表面类型公差分析”的讨论。]

TSTX, TSTY：表面倾斜的公差

TSTX 和 TSTY 分别用于分析标准面沿 X 轴的倾斜和沿 Y 轴的倾斜。其中，Int1 用来指明表面的编号，且该表面类型必须为标准面。标准面类型以外的表面应使用 TETX 和 TETY 进行公差分析，该操作数将在稍后详细描述。

最小值和最大值为沿透镜局部 X 轴和局部 Y 轴的最大倾斜角度（以度为单位）。更多信息，请搜索帮助文件中关于 TIR 操作数 TIRX 和 TIRY 的描述。

TSTX 和 TSTY 使用不规则表面类型进行分析。更多信息，请搜索帮助文件中“使用不规则表面类型进行公差分析”的讨论。

TIRX, TIRY:表面 TIR 的公差

TIRX 和 TIRY 分别用于分析标准面沿 X 轴和 Y 轴的倾斜。 Int1 用来指明表面的编号，该表面必须是标准表面类型。标准表面类型以外的表面应使用 TETX 和 TETY 操作数进行公差分析，该操作数将在稍后详细描述。

TIRX 和 TIRY（TIR）用于指定总偏转公差，用于衡量镜头偏转的“楔角”。

最小值和最大值为表面在最大径向孔径处测量的“矢高”量的两倍，其中最大径向孔径由表面的净口径或半直径定义。TIRX 和 TIRY 的矢高与归一化坐标值 x 和 y 的关系由下式给出：

$$\Delta Z_x = \frac{TIRX}{2}\rho_x;\ \Delta Z_y = \frac{TIRY}{2}\rho_y .$$

举例来说，如果 TIRX 公差为 0.10mm，那么镜头在最大+x 孔径处的矢高变化为 0.05mm，最大-x 孔径处的偏差为-0.05mm，“全部”TIR 为 0.10mm。TIRY 与之类似。使用最小值和最大值可以模拟表面在任意方向上的倾斜。表面的实际倾斜角度由下式给出

$$\theta_x = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta Z_y}{S}\right);\ \theta_y = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta Z_x}{S}\right),$$

其中，S 为表面的净口径或半直径。请注意，沿 Y 轴方向定义的矢高意味着表面绕 X 轴旋转，沿 X 轴方向定义的矢高意味着表面绕 Y 轴旋转。

TIRX 和 TIRY 使用不规则表面类型进行分析。更多信息，请搜索帮助文件中关于“使用不规则表面类型进行公差分析”的讨论。

TIRR: 表面不规则度的公差

有关不规则度的详细说明，请查阅帮助文件中后文关于 TEXI 和 TEZI 操作数的讨论。

TIRR 用于分析标准面的不规则度。Int1 用来指明表面的编号，该表面类型必须为标准面。TIRR 不直接支持除标准面以外的表面类型的不规则度分析。

与其他类型的公差相比，模拟不规则度公差可能更容易出现问题。 这主要是因为不规则度本质上是随机的，并不像随半径而变化那样具有确定性。因此，进行这类分析需要对不规则度的性质进行一些假设。OpticStudio 在使用 TIRR 时假设不规则度由一半的球差和一半的像散组成。 这与假设不规则度为 100％的像散相比限制更少，因为像散不能使用移动焦点来补偿，进而形成镜头中更严重的缺陷。

最小值和最大值为表面在最大径向孔径处测量的不规则度（以光圈为单位），其中最大径向孔径由表面的净口径或半直径定义。 TWAV 操作数用来定义测试波长。

OpticStudio 假设光圈是在双通牛顿环类型的测试中得到的。例如，TIRR 为“W”光圈的公差产生的表面矢高变化为

$$\Delta z = \frac{\lambda_t W}{4}(\rho^4 + \rho'^2_y),$$

其中 λ_t 为测试波长（由 TWAV 操作数定义），ρ 为归一化径向坐标，ρ'_y 是在“不规则度”中定义的归一化的和旋转后的径向坐标。波前差的变化与表面矢高的变化和表面两边介质的折射率的关系为：

$$\Delta OP = \Delta z(n_2 - n_1).$$

TIRR 使用不规则表面类型进行分析。

在进行蒙特卡罗分析时，像散的角度是在 0 到 360 度之间随机选择的。 这样可以模拟随机方向的像散误差，相比将所有像散设置为沿每个元件的 y 轴更接近实际情况。

搜索帮助文件中关于“使用不规则表面类型进行公差分析”的讨论以获取更多信息。

TEXI: 使用 Fring Zernike 模型定义的表面不规则度公差

另请参阅有关 TEZI 的讨论。操作数 TEZI 相比操作数 TEXI 是更优的选择。

TEXI 用于分析表面上小振幅的随机不规则度偏差，其中该表面可以是标准面、偶次非球面或 Zernike Fringe 矢高表面。TEXI 不直接支持这些表面类型以外的不规则度分析。 其中，Int1 用来指明表面的编号，Int2 用来指明 Fringe Zernike 的最大项数（必须介于 3 至 37 之间），Int3 用来指明 Fringe Zernike 的最小项数（必须介于 2 至最大项数之间）。

TEXI 使用 Zernike Fringe 矢高表面（搜索有关“Zernike Fringe 矢高”的帮助文件）模拟表面不规则度，而不是 TIRR 中使用的三阶像差公式。使用 TEXI 时，最小公差值和最大公差值可理解为表面在测试波长下从零到峰值误差的双通光圈值的近似值。 零到峰值只是对不规则度的非常粗略的估计。 零到峰值和峰谷值是否相同取决于所使用的 Zernike 项。 最小公差值自动设置为最大值的相反数；这样做是为了在 Zernike Fringe 矢高表面上产生正负系数。 通过零到峰值来定义不规则度存在一定的模糊性，这也是 TEXI 的主要缺点，因此推荐使用更优的操作数 TEZI。

OpticStudio 使用以下公式计算来描述表面形状偏差的每个 Zernike 多项式的系数:

$$c = \frac{\lambda}{2}\frac{f}{\sqrt{n}},$$

其中 f 是双通 的光圈值，n 是所使用的 Zernike 项数（注意 n 是由 Int2 - Int3 + 1 得到），λ 是测试波长。系数以 $1/\sqrt{n}$倍进行缩放，这样做是考虑到在 RSS 算法中随机的 Zernike 项的集合通常需要进行求和运算；因此 PTV 误差与项数并不是线性关系。由于确定总 PTV 的近似值是很方便的，因此每个 Zernike 项数都是根据以上公式计算的。请注意，最小和最大公差都有一个“c”值（以光圈为单位）。

在灵敏度分析中，表面的表面类型会转换为 Zernike-Fringe 矢高表面，而且 Zernike 多项式的所有系数都会设置为上述公式中计算所得的“c”值。请注意，由于在孔径边缘处所有 Zernike Fringe 多项式项的最大表

面矢高变形量都是相同的，所以当使用 20 个 Zernike 项时，0.001 的“c”值会产生 20c 的最大矢高偏差。

在蒙特卡罗分析中，为了进行灵敏度分析，会对表面进行转换，但是每个多项式的项会在最小到最大的“c”公差值之间随机分配一个数作为系数。随机数是由操作数选择的统计模型来选择的；请搜索帮助文件中关于 STAT 命令的讨论。

一般来说，如果使用了 Zernike 系数的低阶项，则不规则度表现为较低的空间频率，且在整个表面出现“凸点”的情况更少。如果使用了 Zernike 系数的高阶项，则不规则度的空间频率表现为较高的空间频率，且在整个表面上出现“凸点”的情况更多。需要注意的是，TIRR 操作数只能模拟较低空间频率的不规则度，在表面的表达式中只有四阶及四次微分项。TEXI 可以对更复杂的不规则度表面建模，当使用 30 或更多的项建模时，表面上通常会出现约 5-15 个“凸点”。

因为 Zernike Fringe 矢高表面的矢高表达式同时包含标准面和偶次非球面的部分，所以使用 操作数 TEXI 创建的 Zernike Fringe 矢高表面可对这两种表面类型中的任意一种进行建模。如果所要分析的表面已经是 Zernike Fringe 矢高表面，则操作数会将偏差添加到已经存在的多项式项中。如果所要分析的表面是标准面或偶次非球面，那么 Zernike Fringe 矢高表面的归一化半径会设置为该表面的通光半孔径或半孔径。如果所要分析的表面已经是 Zernike Fringe 矢高表面，那么最小和最大公差限是基于已输入的归一化半径进行定义的。

TEXI 始终忽略 Zernike 多项式的第一项，即 piston 项，该值在多项式中将被设置为零。

TEZI:使用 Standard Zernike 模型定义的表面不规则度公差

另请参阅有关 TEXI 的讨论。操作数 TEZI 相比操作数 TEXI 是更优的选择。

TEZI 用于分析表面上小振幅的随机不规则度偏差，该表面可以是标准面、偶次非球面或 柱面面。TEZI 不直接支持除了这些表面以外的表面类型的不规则度分析。其中， Int1 用来指明表面的编号，Int2 用来指明 Standard Zernike 的最大项数（该值必须介于 3 和 231 之间），Int3 用来指明 Standard Zernike 的最小项数（该值必须介于 2 和最大项之间）。

TEZI 使用 Zernike Standard 矢高表面（搜索帮助文档中有关“Zernike Standard 矢高”的内容）对标准面和偶次非球面的不规则度进行建模，在分析柱面时使用 Zernike 多项式中支持主面的项进行建模。使用 TEZI 时，最大公差值为表面的实际 RMS 误差，以镜头为单位表示。最小公差值自动设置为最大公差值取负；通过设置 Zernike 项系数的正负可以实现这一设置。最终得到的 RMS 总是数值与最大公差值相等的正数。

对于灵敏度分析，表面会转换为 Zernike Standard 矢高面或柱面，并且除了 piston 项的所有多项式项的系数都会设置为特定的值，以保证对所有系数的平方和求平方根时产生特定的 RMS 值。所有系数都会设置为相同的值。

对于蒙特卡罗分析，表面如灵敏度分析一样被转换，但是所生成表面的多项式系数会在 -1.0 到 1.0 之间随机选择，然后通过对系数进行归一化得到最终精确的 RMS 公差。随机数是通过操作数选择的统计模型来选择的；请搜索帮助文档中关于 STAT 命令的讨论。

多项式项数的总和通过 Int2- Int3 +1 得到。一般来说，如果多项式中使用了低阶项，则不规则度表现为较低的空间频率，且在整个表面上存在较少的“凸点”。如果多项式中使用了高阶项，则不规则度表现为较高的空间频率频率，且在整个表面存在较多的“凸点”。 需要注意的是，TIRR 操作数只能模拟较低空间频率的不规则度，在表面的表达式中只有四阶及四次微分项。TEZI 可以对更复杂的不规则度表面进行建模。

因为 Zernike Standard 矢高表面的矢高表达式同时包含标准面和偶次非球面的部分，所以使用 操作数 TEZI 创建的 Zernike Standard 矢高表面可对这两种表面类型中的任意一种进行建模。如果表面是柱面，由于 Zernike 多项式支持柱面类型，因此该表面类型会被保留。但如果名义表面是柱面，那么所有 Zernike 项的名义值都必须是零。Zernike 项的归一化半径将设置为表面的通光半直径或半直径。

TEZI 始终忽略 Zernike 多项式的第一项，即 piston 项，该值在多项式中将被设置为零。

TPAI：参数数据倒数的公差

TPAI 用于对参数数据的倒数进行公差分析。其中，Int1 用来指明表面的编号。Int2 用来指明参数的编号。有关每个表面类型的参数编号的表格，请参考帮助文档中的“表面类型”一节。操作数 TPAI 非常类似于操作数 TPAR，其不同之处在于参数的公差偏差是由参数值的倒数的形式给出，而不是直接基于参数给出。引入公差偏差的参数值由以下公式定义：

$$P' = \frac{1}{\left(\frac{1}{P}\right) + \Delta}$$

其中， P 是参数值，P’是包含扰动的参数值，Δ 则是公差扰动量。最小值和最大值为测量所得该参数倒数的变化量，单位与该参数倒数的单位相同。

TPAR：参数数据的公差

TPAR 用于对参数数据进行公差分析。Int1 用来指明表面的编号。Int2 用来指明参数的编号。有关每个表面类型的参数编号的表格，请参考帮助文档中的“表面类型”一节。TPAR 非常适用于确定非球面系数等参数的公差。最小值和最大值是参数的变化量，单位与该参数单位相同。

TIND：折射率的公差

TIND 用于对材料折射率进行公差分析。其中，Int1 用来指明表面的编号，最小值和最大值为折射率误差的极值。在分析模型中，折射率误差与波长无关，除非该表面的材料是由 d 光折射率、阿贝数和 dPgF 定义的“模型”玻璃，或者该表面的材料为库存玻璃且所有折射率数据的定义波长都在 0.3 和 2.5 μm 之间。在这两种情况中，TIND 表示为 材料在 d 光的折射率改变量，它会非线性的改变所有波长下的折射率。

折射率的改变量由模型玻璃折射率的改变量确定，该改变量为以波长为函数的 d 光折射率。有关模型玻璃的详细信息，请参考帮助文档中的“使用模型玻璃”一节。

TABB：阿贝数的公差

TABB 用于对材料的阿贝数或 Vd 数据进行公差析。其中，Int1 用来指明表面的编号，最小值和最大值为阿贝数误差的极值。当该表面的材料是由 d 光折射率、阿贝数和 dPgF 定义的“模型”玻璃，或者该表面的材料为库存玻璃且所有折射率数据的定义波长都在 0.3 和 2.5 μm 之间时，TABB 表示为 d 光阿贝数的改变量，它会非线性的改变所有波长下的折射率。除此之外的情况下，TABB 将被忽略。

折射率的改变量是对以波长为函数的 d 光折射率、阿贝数和 dPgF 的微分变化量的评估。

TCMU：膜层的公差

有关膜层的描述请参考帮助文档中的“使用 OpticStudio 对膜层进行优化”和“表面膜层选项卡”。 操作数 TCMU 可以对膜层进行公差分析，该操作数实际上对表面膜层中每层膜层的厚度设置了公差。

TCIO：膜层折射率偏移的公差

有关膜层折射率偏移的描述请参考帮助文档中的“使用 OpticStudio 对膜层进行优化”和“表面膜层选项卡”。 操作数 TCIO 可以对膜层折射率偏移进行公差分析，该操作数实际上对表面膜层中每层膜层材料的折射率实部设置了公差。

TCEO：膜层消光偏移的公差

有关膜层消光偏移的描述请参考帮助文档中的“使用 OpticStudio 对膜层进行优化”和“表面膜层选项卡”。操作数 TCEO 可以对膜层消光偏移进行公差分析，该操作数实际上对表面膜层中每层膜层材料的折射率虚部设置了公差。

TEDX、TEDY：元件偏心的公差

TEDX 和 TEDY 分别用于分析 X 方向 和 Y 方向的偏心。其中，Int1 和 Int2 用来指明透镜组元件的起始表面和终止表面的编号。最小值和最大值为偏心值，以镜头单位表示。

OpticStudio 需要在透镜组前后各插入一个坐标间断面来进行公差分析，然后将两个间断面之间的透镜组作为一个整体进行偏心。因此，通常不会在现有的坐标间断面的前后使用操作数 TEDX 和 TEDY。请参考帮助文档中关于 TUDX 和 TUDY 的讨论。

TEDX 和 TEDY 同样可以用来对表面进行偏心，和操 TSDX 和 TSDY 一样。TEDX 和 TEDY 适用于任何类型的表面，包括标准面以及非标准的表面，而 TSDX 和 TSDY 仅适用于对标准面进行偏心。如要使用 TEDX 或 TEDY 对单个表面进行偏心，可将 Int1 和 Int2 设置为相同的表面编号。

如需查看 OpticStudio 是否按预期工作，请参考帮助文档“公差分析结果的问题排除”一节中关于 SVE 命令的讨论。

操作数 TEDX 和 TEDY 可以进行嵌套定义。例如，可以在分析表面组（表面编号 5 至 20）的偏心的同时，分析表面 5-8、8-12、14-20 等表面组定义的元件的偏心。该功能可用于分析装配体中所有元件位置的校准误差，或整个装配体的校准误差。有关嵌套规则的详细内容请参考帮助文档“蒙特卡罗分析的嵌套规则”一节。

TETX、TETY、TETZ：元件倾斜的公差

TETX、TETY 和 TETZ 分别用于分析表面或透镜组元件沿 X、Y 或 Z 轴的倾斜。其中，Int1 和 Int2 用来指明透镜组元件的起始表面和终止表面的编号。最小值和最大值为倾斜量，以镜头单位表示。

OpticStudio 需要在透镜组前后各插入一个坐标间断面来进行公差分析，然后在透镜组之后使用一个虚拟面以返回前表面的顶点。透镜组将作为一个整体绕一个固定点旋转。因此，当需要定义的表面范围内存在一个单独的包含拾取求解的坐标间断面，而与之对应的坐标间断面位于所要定义表面组之外时，这种情况下不应该使用操作数 TETX/Y/Z 对透镜组进行倾斜。这样做的问题在于：如果两个倾斜表面的范围重叠，元件的位置可能与预期的位置不符。如果需要使用此功能，请参考帮助文档中关于 TUTX、TUTY 和 TUTZ 的讨论。

TETX 和 TETY 同样可以用于对单个表面进行倾斜，形成“楔”形，就像 TSTX 和 TSTY 一样。TETX 和 TETY 适用于任何类型的表面，包括标准面和非标准的表面，而 TSTX 和 TSTY 仅适用于对标准面进行倾斜。如要使用 TETX 或 TETY 对单个表面进行倾斜，可将 Int1 和 Int2 设置为相同的表面编号。

TETX 和 TETY 默认绕镜头组的前表面顶点旋转，然而有时候绕其它点转动时更符合实际情况。例如，设计巧妙的镜头机械结构会使镜头组围绕镜头的节点转动，以保证在校准过程中保持焦点位置不变。OpticStudio 可以使用虚拟面对该种情况进行建模。将起始面 (Int1) 改为位于节点处的虚拟面，则镜头组会绕该点进行旋转。起始面可以位于任何位置，因此镜头组可以绕任何点进行倾斜。

操作数 TETX、TETY 和 TETZ 可以进行嵌套定义。例如，可以在分析表面组（表面编号 5 至 20）的倾斜的同时，分析表面 5-8、8-12、14-20 等表面组定义的元件的倾斜。该功能可用于分析装配体中所有元件位置的校准误差，或整个装配体的校准误差。有关嵌套规则的详细内容请参考帮助文档“蒙特卡罗分析的嵌套规则”一节。

TOFF：关闭公差（可用于注释）

该操作数的作用和占位符相同，对公差分析没有任何影响。TOFF 操作数还可以用于输入注释。

TUDX、TUDY、TUTX、TUTY、TUTZ：用户自定义倾斜和偏心的公差

TUDX、TUDY、TUTX、TUTY 和 TUTZ 这五个公差操作数用于对更通用的用户自定义的倾斜和偏心进行公差分析。操作数的名称和用户定义 XYZ 倾斜/偏心公差相对应。这与公差操作数 TEDX、TEDY、TETX 和 TETY 非常类似。但不同之处在于，OpticStudio 不会在公差分析中自动插入坐标间断面来实现所定义的倾斜和偏心。如要使用 TUDX、TUDY、TUTX、TUTY 和 TUTZ 命令，则必须已经将 Int1 指定的表面定义为坐标间断面。通常（但并非始终如此），在镜头数据编辑器中会有第二个坐标间断面，并且该坐标间断面的参数为拾取求解类型。拾取求解的参数视情况而定可以为正或为负。该操作数可以实现绕任意点进行复杂的旋转和偏心，同时保持所需的准确性。 TUDX 和 TUDY 中的最小值和最大值以镜头单位表示；TUTX、TUTY 和 TUTZ 以度为单位，和坐标间断面相同。

TNPS、TNPA、TNMA：非序列数据的公差

TNPS 用来对非序列元件 (NSC) 数据进行公差分析。该操作数需要三个整数参数：NSC 表面编号（如果系统模式为非序列模式，则使用 1）、物体编号和代码。物体的 X、Y 和 Z 位置的代码分别为 1、2 和 3，物体沿 X、Y 和 Z 轴倾斜角度的代码分别是 4、5 和 6。

TNPA 用来对非序列元件的参数数据进行公差分析。表面编号和物体编号的定义方法与 TNPS 相同，第三个整数为参数编号。有关各种物体类型所使用的参数编号的详细说明，请参考帮助文档中的“NSC 物体”一节。

TNMA 用来对非序列元件材的折射率 Nd 和阿贝数 Vd 数据进行公差分析。该操作数需要三个整数参数：NSC 表面编号（如果系统模式为非序列模式，则使用 1）、物体编号和代码。材料 的 Nd 值 和 Vd 值的代码分别为 1 和 2。使用 TNMA 时，计算材料折射率改变量的方法与计算序列模式下材料折射率偏移的方法完全相同，请参考帮助文档中的“玻璃：偏移”一节。

TMCO：多重结构数据的公差

TMCO 用于对多重结构编辑器中指定任何数值进行公差分析。该操作数需要的两个整数参数分别为多重结构编辑器中的操作数行编号和结构编号。

公差控制操作数

在公差数据编辑器中还可以输入一些公差控制操作数。这些操作数不用来定义数据的公差，而是用于定义补偿器、保存中间结果用于进一步的评估、定义统计概率属性，以及用于定义光圈公差的测试波长。

公差控制操作数总表

名称	Int1	Int2	描述
CEDV	表面编号	附加数据编号	将附加数据设为补偿器。
CMCO	操作数编号	结构编号	将一个多重结构操作数的值设为补偿器。请参考帮助文档中 CMCO 的重要信息 。
CNPA	物体编号	参数编号	将一个非序列参数设为补偿器。Int3 为表面编号，非序列模式下为 1。
CNPS	物体编号	代码	将非序列物体的位置设定为补偿器。x、y、z 位置和 x、y、z 倾斜的代码分别是 1-6。Int3 为表面编号，非序列模式下为 1。
COMM	-	-	该操作数用于在公差分析报告中打印注释，如果未定义任何注释，则打印空白行。
COMP	表面编号	代码	将表面设为补偿器。代码 0 表示厚度，代码 1 表示曲率（曲率半径的倒数），代码 2 表示圆锥系数。
CPAR	表面编号	参数编号	将表面参数设为补偿器。有关控制表面属性的参数列表，请参考帮助文档中的“表面类型”一节。
SAVE	文件编号	-	将当前编辑器中用于评估公差的文件保存。请参考下面的“讨论”。
SEED	种子编号	-	设置蒙特卡罗分中随机数生成器的种子数据。使用值 0 随机选择种子数据。
STAT	类型	标准偏差的数量	设置蒙特卡罗参数分析中随机选择的统计分布类型。请参阅下面的“讨论”。
TWAV	-	-	该操作数用于设置测试波长。“最小值”一列用于编辑和显示测试波长。

下文中会对公差控制操作数进行详细说明。

关于补偿器最小值和最大值的通用解释

补偿器操作数（例如 CEDV、CMCO、COMP 和 CPAR）的最小值和最大值用来指明补偿器可做出的最大改变量。例如，如果一个补偿器的名义值是 50，最小值和最大值分别为 -1.0 和 1.0，那么补偿器调整区间会被限制在 49.0 到 51.0 之间。如果将“评价函数”或“用户脚本”作为公差分析的评价标准时，补偿器的界限将被忽略，但补偿器仍会起到补偿作用。

需要注意的是，虽然最小值和最大值定义了补偿器的边界，但如果补偿器超过边界限制可以提高系统的总体性能（就像在优化时使用边界操作数一样；请参考优化总览参考文件中的 “了解边界操作数”）补偿器会突破该限制条件。如果发现在公差分析期间补偿器总是突破边界条件的限制，那么需要重新检查该补偿器边界的定义是否合理。使用公差操作数 SAVE 有助于进行此类分析（请参考“公差控制操作数”部分中的“SAVE”操作数）。

定义补偿器没有数量限制。

CEDV：定义附加数据值作为补偿器

CEDV 用于定义公差分析中使用的附加数据值补偿器的表面编号和附加数据编号。其中，Int1 用来指定表面的编号，Int2 用来指定附加数据的编号。例如，如果想要指定表面 9 的第 17 项附加数据为补偿器，则可使用操作数 CEDV，其中 Int1 = 9、Int2 = 17。

有关每种表面类型中需要定义的附加数据列表，请参考帮助文档中“表面类型”一节。

CMCO：定义多重结构操作数作为补偿器

CMCO 用于定义公差分析中使用的多重结构操作数补偿器的操作数编号和结构编号。其中，Int1 用来指定操作数的编号，Int2 用来指定结构的编号。例如，如果想要指定结构 4 中的多重结构操作数 6 为补偿器，则可使用操作数 CMCO，其中 Int1 = 6、Int2 = 4。使用该操作数需要考虑操作数的排列顺序。定义操作数 CMCO 时必须先按照操作数的编号排列，然后再在每个操作数中按照结构的编号排列。也就是说，多重结构编辑器中操作数编号为 1 的所有 CMCO 操作数都必须在操作数编号为 2 的 CMCO 操作数之前，以此类推。在相同操作数编号的一组 CMCO 操作数中，必须根据结构编号的顺序进行排列。

有关使用多重结构操作数的详细信息，请参考帮助文件中的“使用多重结构”一节。

此外，请参考帮助文件中“关于补偿器最小值和最大值的通用解释”一节。

CNPA：定义非序列参数作为补偿器

CNPA 用于定义公差分析中使用的非序列参数补偿器的物体和参数编号。其中，Int1 用来指明物体的编号，Int2 用来指明参数的编号。Int3 用来指明表面的编号，在非序列模式中表面的编号始终为 1。

此外，请参考帮助文件中“关于补偿器最小值和最大值的通用解释”一节。

CNPS：定义非序列位置作为补偿器

CNPS 用于定义公差分析中使用的非序列位置补偿器的物体编号和位置代码。其中，Int1 用来指明物体的编号，Int2 用来指明位置代码。Int3 用来指明表面的编号，在非序列模式中表面的编号始终为 1。位置代码 1-6 分别对应非序列物体的 x、y、z 位置和 x、y、z 倾斜的。

此外，请参考帮助文件中“关于补偿器最小值和最大值的通用解释”一节。

COMP：定义补偿器

COMP 用于定义公差分析中使用的补偿器的表面编号和参数类型。其中，Int1 用来指明表面的编号，Int2 用来指明参数的类型。Int2 使用“代码”进行定义，如下所示：

Int2 = 0，补偿器为厚度

Int2 = 1，补偿器为曲率（曲率半径的倒数）。需要注意的是，定义补偿器的最小值和最大值时应该以曲率的单位为单位。

Int2 = 2，补偿器为圆锥系数

此外，请参考帮助文件中“关于补偿器最小值和最大值的通用解释”一节。

CPAR：定义参数作为补偿器

CPAR 用于定义公差分析中使用的参数补偿器的表面和参数的编号。其中，Int1 用来指明表面的编号，Int2 用来指明参数的编号。例如，如果想要指定表面 5 的参数 2 为补偿器，则可使用操作数 CPAR，其中 Int1 = 5、Int2 = 2。

有关每种表面类型中需要定义的参数列表，请参考帮助文档中“表面类型”一节。

此外，请参考帮助文件中“关于补偿器最小值和最大值的通用解释”一节。

SAVE：保存灵敏度分析镜头文件

公差分析功能的运算并不是完全透明的。可以使用操作数 SAVE，进一步地查看公差分析的实际流程。操作数 SAVE 可以插入在任何感兴趣的公差分析操作之后，以便查看更多细节。例如，假设在公差数据编辑器中存在公差操作数 TEDX。查看得到的灵敏度分析结果时，发现该结果并没有提供有价值的信息。在公差数据编辑器中编辑公差操作数，在操作数 TEDX 之后添加操作数 SAVE 。其中，Int1 值输入 1 到 9999 之间的任意整数（包括 1 和 9999），如果输入 0 则不会保存任何文件。在下一次运行公差分析时，OpticStudio

会保存用于计算 TEDX 公差的文件。文件名为 TSAV_MIN_xxxx.ZMX 和 TSAV_MAX_xxxx.ZMX，这两个文件分别用于最小和最大公差分析，其中，xxxx 为 Int1 指定的整数编号。

镜头文件会保存在与当前镜头相同的文件夹中。OpticStudio 会将用于评估之前公差的最小值和最大值的镜头保存为 ZMX 格式的文件。正常运行公差文件，然后加载其中一个生成的文件。该文件会包含分类数据、坐标间断面、拾取求解类型、参数变量（经过优化的补偿器）和用于决定评价标准的评价函数。该过程可以使用户验证系统设置符合预期，并且使用户可以更加详细地看到 OpticStudio 是如何调整镜头规格来实现公差的引入的。

SEED:设置随机数生成器的种子数据

默认情况下，每个蒙特卡罗分析都会随机生成的新系统。有时候对相同的扰动值执行多次蒙特卡罗分析是非常有用的。操作数 SEED 可用于此目的。如果 SEED 是任意非零值，则随机数生成器会以该值作为种子数据。该值通过蒙特卡罗分析在生成每个系统时自动递增，以使每个生成的系统都是唯一的，并且该过程是随机且可重复生成的。如果 SEED 值为 0，则会根据系统时钟随机选择种子数据，并且在每次运行蒙特卡罗分析时，都会产生不同的结果。

操作数 SEED 的位置会对公差分析产生影响。所有在操作数 SEED 之后列出的公差操作数都会受所提供的种子数据的影响。公差数据编辑器中可能会同时存在多个操作数 SEED，因此在每次分析时不同操作数可能使用相同的种子数据，其它操作数可能使用随机的种子数据。

STAT：定义统计分布

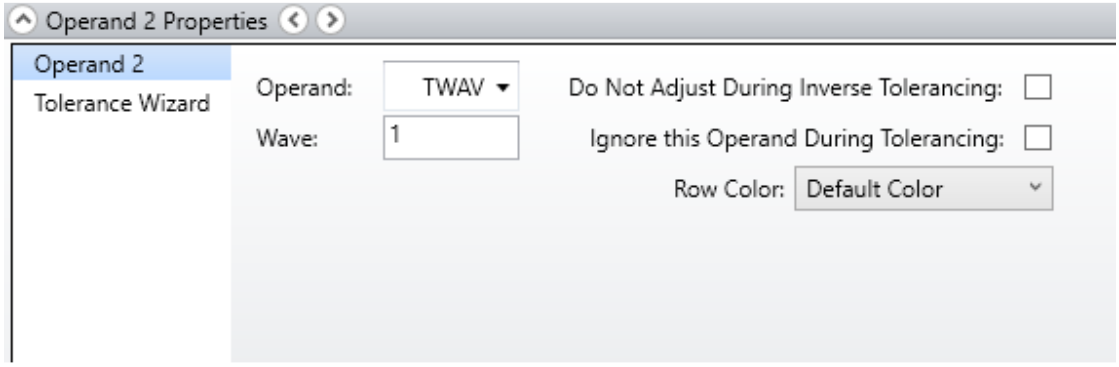
STAT 用于在蒙特卡罗分析时定义“动态”统计分布。STAT 命令使用两个整数参数。其中，Int1 用来指明统计分布类型：0 表示正态分布，1 表示均匀分布，2 表示抛物线分布，3 表示用户自定义的分布。只有正态分布使用 Int2 参数，它用来指明“n”，即平均值和公差极值之间标准差的数量。该值的上限为 10 个标准差。

有关统计分布的详细信息请参考“蒙特卡罗分析”一节。

TWAV：测试波长

该操作数用于设置测试波长。当使用默认公差设置时，OpticStudio 会添加一个 TWAV 操作数，将测试波长设为 0.6328 μm(HeNe)。如果没有定义任何 TWAV 操作数，则 OpticStudio 会默认将系统主波长设为测试波长。操作数列表中可能存在多个 TWAV 操作数；每个 TWAV 操作数都定义了其后操作数的测试波长。只有以光圈为单位测量得到的最小值和最大值进行的操作数才会受该设置的影响。公差数据编辑器中的“最小值”列用于编辑和显示测试波长。

操作数属性（公差数据编辑器）



操作数类型：该选项可以对操作数类型及其他数据进行更改。有关公差操作数的完整说明，请查阅参考“公差操作数”一节。

在反向公差时不调整：可禁用个别操作数的反向公差；这会阻止反向公差算法缩小公差范围，即便这样做会使系统的评估性能提高。

在公差分析时忽略此操作数：如果勾选此选项，则在公差分析时该操作数将被忽略。

行颜色：选择电子表格中每行的颜色为默认颜色或不选择颜色。可以在操作数类型对话框的行颜色设置中单独设置每行的颜色。

公差数据编辑器工具栏



公差保存

将当前公差设置数据保存为*.TOL 数据文件。OpticStudio 在保存整个镜头文件时会自动保存公差数据。因此，只有需要将公差数据载入到其它镜头的时候，或者需要将数据存储形成存档文件时，才需要单独执行该操作。

公差载入

加载之前存储的*.TOL 公差设置文件或*.ZMX 文件中的公差数据。两种文件类型都可以选择；但只有文件的公差数据部分会载入电子表格。并且当前的公差数据将被替换。

检查

检查所有公差操作数是否在适当的表面范围之内以及是否存在其它的常见错误。



公差分析向导

调用默认公差对话框。请参考“定义默认公差”。



公差列表

生成可以保存或打印的公差操作数列表。



放宽 2 倍

将所有公差操作数的公差限放宽 2 倍。如果所有的公差限都很紧，该方法可以快速放宽所有公差操作数的公差限。

缩紧 2 倍

将所有公差操作数的公差限缩紧 2 倍。如果所有的公差限都很宽松，该方法可以快速缩紧所有公差操作数的公差限。



以表面排序

将所有操作数按表面编号的升序进行排列。操作数 COMP 和 CPAR 将始终放置在表格的顶部。操作数 SAVE 将自动移动到排序之前的前一个操作数之后，则排序之后它就会自动移动到同一个操作数的正下方，因为 SAVE 操作数与表格中之前的操作数相关联。操作数 STAT（如果存在）需要放置在列表的顶部，而且该操作数必须手动移动或重新插入。因为 STAT 会影响列表中所有后续的操作数，因此对表格进行排序会使 STAT 操作数无效。如果在公差列表中使用了操作数 STAT（为了动态更改统计分布），则在对表格进行排序时需要重新放置操作数 STAT 的位置。需要注意的是，如果在执行排序前，位于同一个操作数 STAT 之后的操作数经过排序后在列表中被分散，那么这种情况可能需要使用多个 STAT 操作数。



以类型排序

将所有操作数先按类型升序排列，然后再按表面编号排列。



转到操作数

使用该工具可以快速跳转到指定的操作数类型、序号或标记。更多信息请参考“跳转到表面”。

 快速视图开关

该工具用来控制快速视图的开启和关闭。更多信息请参考“快速视图”。

 默认列序

将排列顺序重置为默认设置。

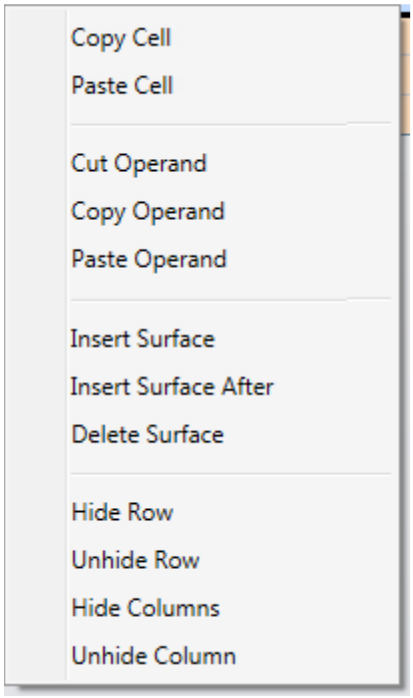
默认列宽

将列宽重置为默认宽度。

帮助

参考本功能的更多帮助信息

右键单击菜单选项



复制单元格：将单个单元格的数据复制到 Windows 剪贴板。

粘贴单元格：将单个单元格的数据从 Windows 剪贴板粘贴到当前单元格。所要粘贴的数据必须使用“复制单元格”复制到 Windows 剪贴板中，如上所述。

剪切操作数：将单个操作数或一定范围内的多个操作数中的所有数据复制到 Windows 剪贴板中，然后将操作数删除。所要剪切的单个操作数或一个范围内的操作数必须首先使用以下任意一种方法进行选择：

使用鼠标：单击要选择的第一个操作数。并按住鼠标左键，拖动鼠标光标以覆盖所要选择的一定范围内的操作数。已经选择的操作数将以反转颜色突出显示。如果只需选择单个操作数，则在要选择的操作数上，按住鼠标左键并拖动光标向上或向下拖动鼠标直到选择了两个操作数，然后将鼠标移回到所需的操作数上即可。

使用键盘：将光标移动到要选择的操作数所在行的任意单元格。按住 Shift 键，同时向上或向下移动光标，直到覆盖所要选择操作数的范围。已经选择的操作数将以反转颜色突出显示。如果只需选择单个操作数，则在要选择的操作数上，按住 Shift 键的同时使用方向键向上或向下移动光标直到选择了两个操作数，然后将光标移回到所需的操作数上即可。

复制操作数：将单个操作数或一定范围内的多个操作数中的所有数据复制到 Windows 剪贴板中。如果需要选择单个操作数或一定范围内的多个操作数，请参考上文中的“剪切操作数”。

粘贴操作数：将单个操作数或一定范围内的多个操作数中的所有数据从 Windows 剪贴板复制到公差数据编辑器中的当前光标所在的位置。首先必须使用前文所述的“剪切操作数”或“复制操作数”将数据复制到 Windows 剪贴板中。

插入操作数：在电子表格中的当前行之前插入新的行。点击 Insert 键具有相同的功能。

插入后续操作数：在电子表格中的当前行之后插入新的行。点击 Ctrl-Insert 组合键具有相同的功能。

删除操作数：删除当前光标位置的行。点击 Delete 键具有相同的功能。

隐藏行：最小化显示光标所在行的宽度。

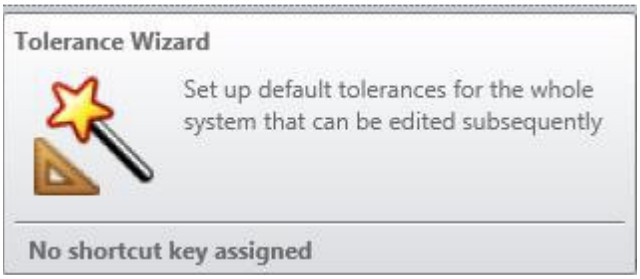
显示行：将隐藏行的宽度还原为默认宽度。

隐藏列：最小化显示光标所在列的宽度。

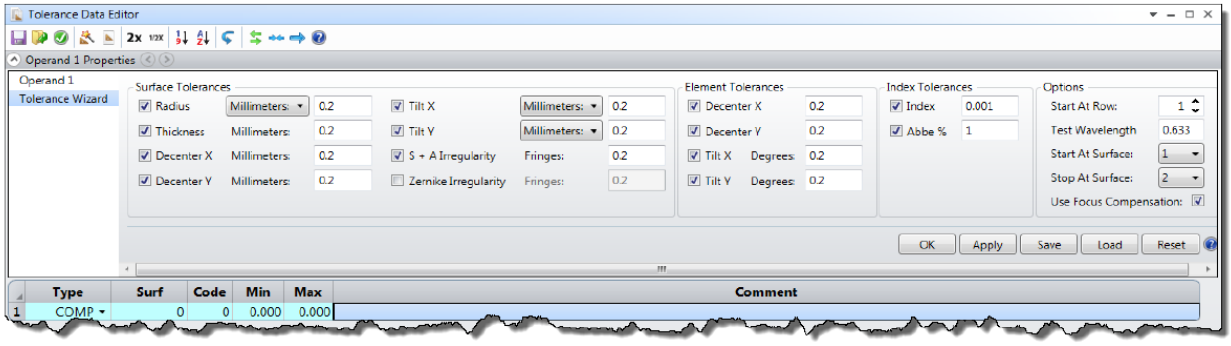
显示列：将隐藏列的宽度还原为默认宽度。

公差分析向导





可以在公差分析向导中定义默认公差。



默认的公差对话框包含多个部分，并以公差类型进行分组。

<u>表面公差</u>

曲率半径：如果勾选该选项，则默认公差中将会包含曲率半径公差。公差可以由以镜头单位表示的固定距离，名义半径的百分比或者由测试波长（由操作数 TWAV 定义）下的光圈值来定义。该公差只在具有光焦度的表面上设置，并且不包括在表面两侧具有相同折射率的虚拟面。如果表面是平面，则无论默认公差选择哪种定义方法，曲率半径的公差都会以光圈为单位进行定义。

厚度：如果勾选该选项，则会分别给每个表面顶点指定厚度公差。厚度公差假设所有厚度产生的变化只影响该表面以及任何与该元件接触的表面，因此在厚度之后的第一个空气间隔会作为调整量。更多信息请参考“TTHI：厚度公差”。

X/Y 偏心：如果勾选该选项，则会为每个单独的透镜表面添加偏心公差。公差由以镜头单位表示的固定偏心量定义。在 OpticStudio 中，TSDX 和 TSDY 用于定义标准面的偏心，TEDX 和 TEDY 用于定义非标准表面的偏心。

倾斜(TIR)X/Y 轴：如果勾选该选项，则会以度为单位或以镜头单位，为每个透镜表面添加倾斜或“总偏转（TIR）”公差。在 OpticStudio 中，TSTX 和 TSTY 用于定义标准面的倾斜（以度为单位），TIRX 和 TIRY 用于定义标准面的总偏转距离（倾斜或楔形）（以镜头单位表示），TETX 和 TETY 用于定义非标准的表面倾斜（以度为单位）。如果选择使用镜头单位且需要使用操作数 TSTX/TSTY 或 TETX/TETY，则 OpticStudio 会自动将定义的尺寸转换为倾斜角度。以镜头单位表示的总偏转距离使用以下公式转换为倾斜角度：

$$\theta_x = \text{atan}\left(\frac{\Delta_y}{2S}\right)$$

其中 S 是表面的通光半口径或半直径，Δy 为总偏转，θy 的表达式类似与之类似。
该表达式假设旋转角度相对较小。

需要注意的是，x 方向上的总偏转距离与沿 y 轴旋转对应，y 方向上的总偏转距离与沿 x 轴旋转对应。

S+A 不规则度：如果勾选该选项，则会为每个标准面上添加球差和像散叠加的不规则度公差。更多信息请参考“TIRR：表面不规则度的公差”。

Zernike 不规则度：如果勾选该选项，则会为每个标准面上添加 Zernike 多项式表示的不规则度公差。更多信息请参考“TEZI：使用 Standard Zernike 模型定义的表面不规则度公差”。默认情况下，OpticStudio 使用 Zernike 多项式的第 2 到 45 项。

元件公差

X/Y 偏心：如果勾选该选项，则会为每个透镜组添加偏心公差。公差由镜头单位表示的固定偏心量定义。

倾斜 X/Y 轴：如果勾选该选项，则会为每个透镜组和表面添加以度为单位的倾斜公差。需要重点注意的是，默认情况下透镜组围绕第一片透镜的前表面顶点旋转。有关围绕其它点的信息请参考“TETX、TETY、TETZ：元件倾斜的公差”部分。

折射率公差

折射率：操作数 TIND 用于模拟折射率的改变量。单位为相对折射率的改变量。

Abbe%：操作数 TABB 用于模拟阿贝数的改变量。单位为阿贝数数值的百分比。

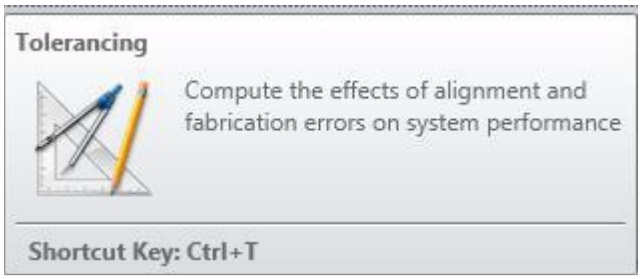
选项

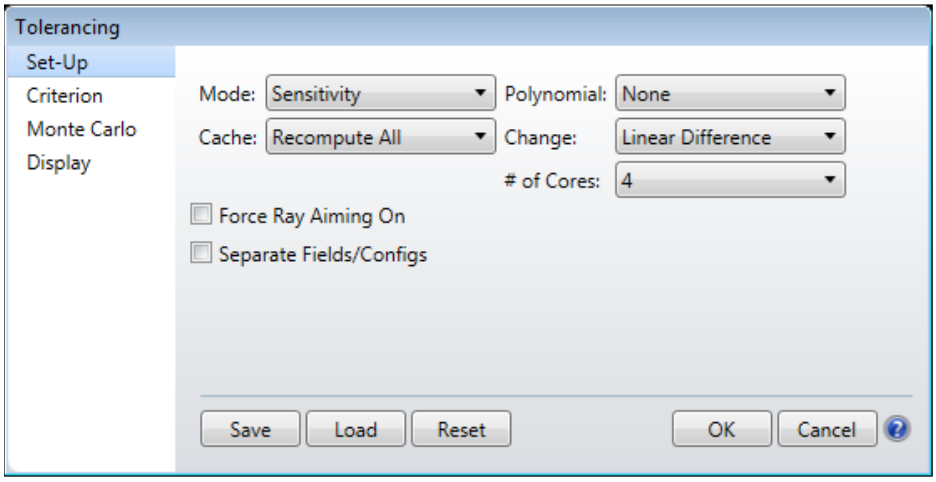
起始行：该设置指明公差数据编辑器中默认公差的起始位置。如果起始行的编号大于 1，则默认公差会从指定的行编号开始添加。如果行编号输入-1，则默认公差将添加到当前列表的末尾。

测试波长：用于定义光焦度或不规则度中光圈的测试波长（以微米为单位）。
使用后焦补偿：如果勾选该选项，则会定义后焦距（系统中最后一个面与像面之间的厚度）作为默认补偿器。使用至少一个补偿器可以在很大程度上放宽对特定公差的要求，但是补偿器的设置需要考虑具体的设计要求。系统中也可以定义其它类型的补偿器。更多信息请参考“定义补偿器”一节。
起始面/终止面：该选项用来定义默认公差分析的表面范围。
在公差分析向导中还包含六个按钮：
确定：使用当前设置生成默认公差，然后关闭向导。
应用：使用当前设置生成默认公差。
保存：保存当前设置以供之后使用。
载入：恢复之前保存的设置。
重置：将设置恢复为默认值。
帮助：调用帮助系统。
默认情况下，OpticStudio 执行的蒙特卡罗分析根据高斯“正态”分布产生随机值。当默认公差定义完成后，它们会自动保存在镜头文件中。如果在镜头数据编辑器中新插入了额外的表面，则默认公差会自动进行重新编号。

公差分析







当所有公差操作数和补偿器定义完成之后，就可以执行公差分析。要执行公差分析，在分析功能导航栏中选择“公差分析”。

显示的对话框中包含多个选项卡，请参考下文中对每个选项卡的描述。

设置选项卡

模式：支持四种模式：灵敏度、反极值、反增量和跳过灵敏度。

- 灵敏度模式计算每项公差的极值对评价标准的影响。
- 反极值模式计算评价标准与极值参数给定的值相同时，所需要的每项公差的公差限。极值参数仅支持反极值模式。反极值模式将更改公差操作数的最小值和最大值。请参考“反灵敏度分析”。
- 反增量模式计算评价标准的改变量与增量参数给定的值相同时，所需要的每项公差的公差限。增量参数仅支持反增量模式。反增量模式将更改公差操作数的最小值和最大值。有关如何定义改变量的说明请参考下文的“改变量”。请参考“反灵敏度分析”
- 跳过灵敏度模式将跳过灵敏度分析，直接进行蒙特卡罗分析。

多项式：多项式功能包含三个选项：无、3-项和 5-项。如果选择了“3-项”或“5-项”，则公差灵敏度会分别通过 4 个点或 6 个点确定，并以公差扰动函数的形式计算并显示公差扰动范围和评价标准的多项式拟合过。其中，5-项的多项式为：

$$P = A + B\delta + C\delta^2 + D\delta^3 + E\delta^4,$$

其中 δ 是公差扰动值，P 是所得到的评价标准。3-项多项式会忽略 D 项和 E 项。由于多项式拟合需要评估多个点的评估标准和补偿器，因此选择此选项会增加计算时间。但是，系统会将多项式的拟合值存储在缓存中，只要完成了多项式拟合值的计算，在之后对公差参数进行修改后，重新运行公差分析时会极大的加快运行速度。

详细信息请参考下文中的“缓存”。

缓存：缓存功能可以用来极大加快灵敏度和反灵敏度公差分析的运行速度，但是该功能必须谨慎使用。在第一次运行公差分析时，所有公差、扰动标准和多项式拟合数据（如果存在）都将保存在内存中。该缓存数据可以用来再次快速的生成公差分析。如果选择“重新计算所有”，则缓存数据将被忽略，并且再次运行公差分析时所有数据将被重新计算，然后新的数据将存储在缓存中。如果选择“重新计算改变量”，那么只有修改过的公差会被重新计算。未修改公差的分析结果会从缓存中直接提取，而不是重新计算，因此显著的提高了分析的速度。如果选择“使用多项式”，那么每项公差中最后一个多项式拟合的计算结果将用于快速对扰动值进行评估。如果任意公差设置（例如评价标准或采样率）被修改，那么 OpticStudio 会自动将缓存数据作废。但是，如果对镜头文件本身进行任何明显的更改，例如修改表面的数据，则缓存公差可能会出现错误，但是 OpticStudio 无法检测到这样的错误。因此，缓存功能只能在单独一个 session 文件中使用，并且镜头文件不做任何修改。该功能的目的是加快一系列公差分析的运行速度，其中仅对单独的公差值进行修改，而不会对任何其他参数进行修改。如果对缓存数据的有效性有所怀疑，可以将缓存设置为“重新计算所有”，并重新运行公差分析。当使用缓存数据时，补偿器数据不会显示（尽管显示的数据考虑了补偿的影响），并且不支持按视场和结构分类。

改变量：改变量用来定义评价标准及预测性能的改变量的计算方式。如果选择“线性差值”，则公差引入的改变量的计算方法为：

$$\Delta = P - N,$$

其中 P 为扰动标准，N 为名义标准。如果改变量设置为“RSS 差值”，则改变量的计算方法为：

$$\Delta = S(P - N)\sqrt{|P^2 - N^2|},$$

其中，当 x≥0 或≤-1 时，函数 S(x)返回+1。

强制开启光线瞄准：如果进行公差分析的镜头已经使用了光线瞄准功能，则在评估公差时同样会使用光线瞄准功能。如果镜头中尚未开启光线瞄准功能，那么光线瞄准功能只会在勾选该选项时使用。通常情况下，使用光线瞄准功能会产生更准确的结果，但是这会降低计算的速度。对于初步或粗略的公差分析，可以保持默认的不开启光线瞄准功能，但是对于最终或精确的公差分析，则需要开启光线瞄准功能。

内核数目：选择执行公差分析任务的 CPU 的数量。即使在单 CPU 的计算机上也可以选择多个内核，在这种情况下，单 CPU 将分时执行多个并发计算任务。默认情况下为操作系统检测到的处理器数量。

不同的视场/结构：如果勾选此选项，则所有结构中的所有视场的性能标准将单独计算并显示。如果取消勾选，则所有结构中的所有视场的性能标准将平均计算。在进行反向公差分析时，如果取消勾选“不同的视场/结构”，则反向分析根据总体公差性能标准进行，通常情况下总体公差标准是所有结构中所有视场的平均性能。使用平均性能进行评估的问题在于，有些视场或结构的性能可能会因为公差缺陷而明显下降，但是当其它视场或结构的性能保持不变时，从平均性能结果中无法分析出这些视场或结构性能下降的程度。如果勾选此选项，则 OpticStudio 会单独计算每个结构中每个视场的性能标准，并且验证每个视场是否符合极值或增量参数。对于反增量模式，OpticStudio 将计算每个视场的名义性能标准，并减小公差范围直到每个视场性能标准的改变量低于增量参数。请参考“反灵敏度分析”。

<u>评价选项卡</u>

评价：该选项用来指明用于公差分析的评价标准。可用选项如下：

- RMS 光斑半径（光斑半径、x 向半径或 y 向半径）：对于没有达到衍射极限的系统，例如系统波前差大于一个波长的情况，RMS 半径是最佳的选择。该选项的计算速度最快。在公差分析计算中，OpticStudio 始终使用质心作为参考。

- RMS 波前：对于成像质量贴近衍射极限的系统，例如系统波前差小于一个波长，RMS 波前是最佳的选择。该选项的计算速度与 RMS 光斑半径基本相当。在公差分析计算中，OpticStudio 始终使用质心作为参考。
- 评价函数：使用镜头定义的任意评价函数。该选项适用于用户自定义的公差分析评价标准。含有非对称视场的系统，或者表面孔径显著遮挡光线的系统，都需要使用用户自定义的评价函数。使用用户自定义的评价函数时，系统不会在评价函数中自动对补偿器添加约束条件。如果评价函数是使用 OpticStudio 默认评价函数生成的，那么在生成默认评价函数时需要确保取消勾选“假设轴对称”选项，请参考“假设轴对称”中的讨论。使用评价函数时不支持单独分析一个视场/结构。
- 几何或衍射 MTF（平均、子午或弧矢）：对于要求 MTF 指标的系统来说，几何或衍射 MTF 是最佳的选择。如果选择“平均”，则会使用子午和弧矢响应的平均值。如果公差过于宽松，则基于衍射 MTF 的公差分析会出现问题，因为在光程差过大的情况下，衍射 MTF 可能无法计算或计算结果没有意义。特别是在评价的空间频率较高且系统性能较低时，MTF 会在未达到所要分析的空间频率时变为零，尤其如此。MTF 是默认评价标准中计算速度最慢的一个。公差分析中计算 MTF 的空间频率由参数“MTF 频率”指明。
- 瞄准误差：瞄准误差的定义为追迹轴上视场时主光线的径向坐标除以系统的有效焦距。该评价标准描述了像面的角度偏差。OpticStudio 只使用一个操作数 BSER 模拟瞄准误差（有关操作数 BSER 的详细信息请参考“优化”一章）。任何元件或表面的偏心或倾斜都会使珠光线产生偏离，并增加操作数 BSER 的返回值。瞄准误差（以弧度为单位）总是基于主波长计算的。而且瞄准误差仅适用于径向对称系统。需要注意的是，瞄准误差不会影响系统的成像质量，它只对光轴光线的偏差进行测量。
- RMS 角半径、x 向角半径或 y 向角半径：对于无焦系统来说，角半径标准是最佳选择（请参考“无焦像空间”）。角像差基于输出光线的方向余弦进行计算的。
- **自定义脚本：**自定义脚本是类似于宏的命令文件，它定义了公差分析时用于校准和评估镜头的过程。详细信息请参考“使用公差脚本”一节。使用自定义脚本时不支持单独分析一个视场/结构。

极值：当使用反极值模式时，该选项将会激活并用于定义反向公差计算时评价标准的极值。例如，假设改变量为线性差值，评价为 RMS 光斑半径，系统的名义 RMS 为 0.035。如果将极值设置为 0.050，则 OpticStudio 将计算每项公差的最小值和最大值，使系统性能降低至 RMS 为 0.050。极值所代表的系统性能必须比名义系统的性能差。将 MTF 作为评价时，极值是 MTF 的下边界，因为 MTF 的数字越小表示系统性能越差。请参考“反灵敏度分析”。点击极值参数窗口旁的“核对”按钮可以计算当前所选评价的名义值。

增量：当使用反增量模式时，该选项将会激活并用于定义反向公差计算时评价标准的增量。例如，假设改变量为线性差值，评价为 RMS 光斑半径，系统的名义 RMS 为 0.035。如果增量设置为 0.01，则 OpticStudio 将计算每项公差的最小值和最大值，使系统性能降低至 RMS 为 0.045。增量必须为正值，以表示性能降低。将 MTF 作为评价时，增量仍为正值，OpticStudio 会自动将该数字解释为名义 MTF 的减少量。请参考“反灵敏度分析”。点击增量参数窗口旁的“核对”按钮可以计算当前所选评价的名义值。

采样：采样用于设置计算公差评价时追迹的光线数。采样值越高，所追迹的光线数越多，得到的结果也更准确。但是执行时间会增加。如果所选择的评价是 RMS 光斑或 RMS 波前，则采样值表示高斯求积法中沿着其中一个光瞳的径向臂追迹的光线数（有关高斯求积法请参考“选择光瞳采样的方法”）。径向臂的数量始终是沿着每条臂的追迹光线的数量的两倍。如果所选评价为 MTF，那么采样值表示光瞳网格的尺寸，采样值为 1 时会产生 32x32 的网格，采样值为 2 时会产生 64x64 的网格，以此类推。通常情况下，将采样值设为 3 或 4 即可满足对绝大部分光学系统进行评估。像差较大的系统相比像差较小的系统需要更高的采样值。最可靠的确定采样设置的方法是先以 3 作为采样值运行公差分析，再以 4 作为采样值运行公差。如果所得结果变化适中，则使用较高的采样值。如果所得的结果变化明显，那么需要检查更高的采样值的情况。如果结果几乎没有什么变化，则使用较低的采样值即可。当设置的采样值高于所需要时，计算时间会增加，但是结果的精度不会提高。

MTF 频率：当使用 MTF 作为评价时，该选项会激活并用于定义 MTF 的频率。MTF 频率以 MTF 的单位进行测量，请参考“MTF 的单位”。

补偿器：该选项用于定义如何对补偿器进行评估。选择“全部优化”时会使用 OpticStudio 的优化功能确定所有定义的补偿器的最佳值。虽然优化更加准确，但是其执行时间也更长。有两种不同的优化算法可供使用，即 DLS 和 OD。如果选择“全部优化(DLS)”，则 OpticStudio 会执行 1 圈正交下降算法，然后执行阻尼最小二乘算法。如果选择“全部优化(OD)”，那么 OpticStudio 将只使用正交下降算法。更多信息请参考“执行优化”。如果选择“近轴焦点”，则只会将近轴后焦点误差的变化作为补偿器，并忽略所有其它的补偿器。使用近轴焦点对于粗略的公差分析十分有用，并且它的计算速度明显高于“全部优化”。如果选择“无”，那么不会执行任何补偿，所有定义的补偿器都会被忽略。

结构：对于包含多重结构的镜头，该选项用来指明应该对哪个结构进行公差分析。公差分析将只考虑所选择的结构，而且会将结构编号打印在最终的报告中。如果选择“所有”，则所有结构都会同时考虑。

视场：通常来说，优化和分析中所定义的视场对于公差分析来说是不够的。例如，旋转对称镜头可能使用 0°、7°和 10°的作为视场。但对于公差分析来说，如果所定义的视场缺少对称性，则可能导致在分析倾斜或偏心公差时得到错误的结果。在构建用于公差分析的评价函数时，OpticStudio 可使用以下三种不同的视场设置：

- Y-对称：OpticStudio 首先计算最大的视场坐标，然后仅在 Y 方向上以最大视场坐标的+1.0、+0.7、0.0、-0.7 和-1.0 倍定义新的视场点。所有 X 视场都设置为零。这是旋转对称镜头的默认设置。

- XY-对称：与 Y-对称类似，不同之处在于此对称使用 9 个视场点。其中 5 个为 Y-对称点，另外在 X 轴方向上添加 -1.0、-0.7、+0.7 和 +1.0 四个视场点。
- 用户自定义：使用当前镜头文件中现有的任意视场定义。当系统中使用渐晕系数、对多重结构镜头进行公差分析或使用公差脚本时需要选择该选项。当对非旋转对称镜头或者用户自定义了复杂的视场权重的镜头进行公差分析时，强烈建议选择该选项。

如果选择用户自定义视场，则不会对权重执行任何调整。对于 Y-对称的情况，中心视场点的权重设为 2.0，所有其他视场点的权重设为 1.0。对于 XY-对称的情况，中心视场点的权重设为 4.0，所有其他视场点的权重为 1.0。

迭代：此选项用于确定 OpticStudio 尝试优化补偿器时的严格程度。如果设为“自动”，则 OpticStudio 会以“自动”模式调用优化器，这样会运行优化器直到补偿器的优化收敛。对于粗略的公差分析，迭代可以使用较小的数，例如可以使用 1、2 或 3。如果补偿器不易进行优化，则需要使用更高的设置以提高精度。如果选择的优化迭代圈数过少，那么公差分析结果会很不理想，所预测的系统性能会比实际情况更差。使用“自动”设置是最保险的。更高的设置可以提高精度，但是会增加运行的时间。该设置只有在补偿器设为“全部优化”时才可以使用。

脚本：使用自定义脚本时的脚本名称。自定义脚本必须是扩展名为 TSC 的文本文件，并且保存在 <data>\Tolerance 文件夹中（请参考“文件夹”）。

状态：当点击“核对”时，公差算法使用该选项提供计算名义评价标准的状态消息。

蒙特卡罗选项卡

蒙特卡罗运行数：该选项用来指定执行蒙特卡罗模拟的数量。该选项的默认设置为 20，它会生成 20 个满足指定公差范围的随机镜头。更多信息请参考“蒙特卡罗模拟”一节。蒙特卡罗运行数可以设为零，这样总结报告会忽略蒙特卡罗分析。

蒙特卡罗保存数：该参数用于指定蒙特卡罗分析生成的镜头文件的保存数量。该参数指定要保存的镜头文件的最大数量。例如，假设选择了 20。则在生成第一个蒙特卡罗镜头文件之后，镜头文件会保存在“MC_T0001.ZMX” 文件中。随后会生成第二个蒙特卡罗镜头文件，并保存为“MC_T0002.ZMX”，以此类推。只有最前面的 20 个蒙特卡罗镜头文件会被保存（最后一个文件为“MC_T0020.ZMX”）。如果指定的蒙特卡罗运行数低于 20，则保存的镜头文件将少于 20 个。确保您没有使用任何以“MC_Txxxx.ZMX”命名的镜头文件，因为 OpticStudio 在保存镜头时，会在没有警告的情况下覆盖这些文件。该功能的目的在于可以进一步研究蒙特卡罗功能生成的镜头。需要注意的是，这里给出的文件名假设事先没有定义包含蒙特卡罗文件前缀的文件；更多信息请参考“文件前缀”。

统计分布：可以选择正态分布、均匀或抛物线。该选项仅用于蒙特卡罗分析；请参考统计模式以及“STAT”命令中关于统计模型控制的讨论。

文件前缀：如果此处提供了前缀字符串，则该前缀字符串将添加到所生成的蒙特卡罗文件的文件名之前。例如，如果前缀字符串为“Fast_Doublet_”，则第一个蒙特卡罗文件会以“Fast_Doublet_MC_T0001.ZMX”为文件名保存，其余保存的文件名与之类似。

保存最好和最差蒙特卡罗文件：如果勾选该选项，则会保存所生成的系统性能最好和最差的蒙特卡罗镜头文件。其文件名分别为“prefixMC_BEST”和“prefixMC_WORST”，其中“prefix”是文件的前缀字符串。

叠加显示蒙特卡罗结果：如果勾选该选项，则每生成一个蒙特卡罗镜头文件时，每个分析图表窗口（例如光扇图或 MTF 分析图）会更新并将新生成的蒙特卡罗镜头文件的分析结果与之前的结果叠加。所得图表很适用于显示模拟镜头的总性能范围。最有用的地方在于分析图表不会自动更改缩放比例，并且不依赖于表面的编号，例如 MTF、MTFvs 高度、圈入能量以及其他允许用户自定义缩放标尺的分析图表，例如光扇图。需要动态改变缩放比例或需要固定表面范围的图表（例如布局图）不能可靠地运行，因此不支持进行叠加。静态窗口、文本窗口和编辑器窗口不会进行更新。当公差分析完成之后，叠加显示的图表窗口会被标记为静态窗口。计算每个蒙特卡罗镜头文件的所有分析图表会显著降低公差分析的速度。

显示选项卡

显示处理数据：如果勾选该选项，则分析报告中会详细说明每个公差运算符的意义。如果取消勾选该选项，则分析报告只会列出公差运算符的缩写。

显示补偿器：默认情况下，在进行灵敏度分析时，补偿器的值不会打印在分析报告中。如果勾选该选项，则每项公差对评价的改变量和对应的每个补偿器的值会一起打印在分析报告中。

只打印显示最差：如果勾选该选项，所有灵敏度数据将不会打印。该选项适用于缩短分析报告的长度。“隐藏”选项通常与“显示最差”选项一起使用。

显示最差： 该选项可以用来设置只保存并显示特定数量的公差操作数；使分析报告只打印影响最严重的公差项。

导出至文件：如果此处提供了有效的文件名，则公差分析报告窗口的文本将保存到指定的文件中。保存路径始终与当前镜头文件相同。在此框中只需提供不包含路径的文件名即可，例如 OUTPUT.TXT。将此框留空则不会保存分析报告的文本。

其它按钮

对话框的底部还有六个按钮：

保存：以用户选择的文件名保存当前所选的公差选项，以供之后使用。文件的扩展名为.TOP，其它功能同样可以使用这些选项。

载入：从之前保存的文件恢复公差设置。

重置：将公差设置恢复为默认选项。

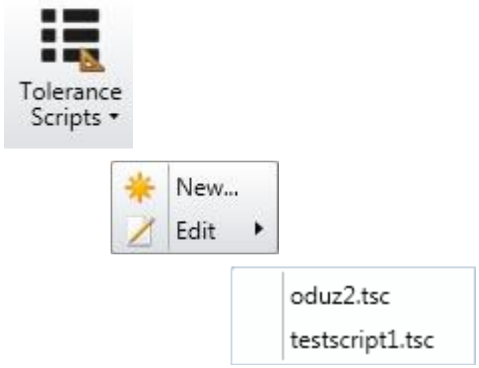
确定：使用当前设置执行公差分析。

取消：在不执行公差分析的情况下退出对话框，并恢复之前的公差设置。

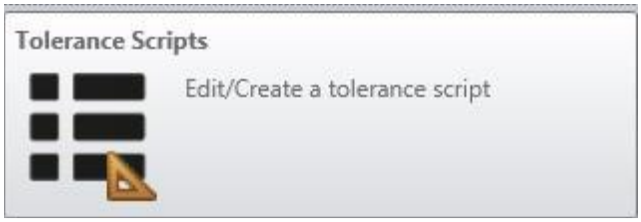
应用：在 Session 文件中保存已更改的设置，即使随后选择“取消”。

当完成所有设置的选择后，点击“确定”开始公差分析。有关计算方法的详细信息会在下一个部分中提供。

公差脚本

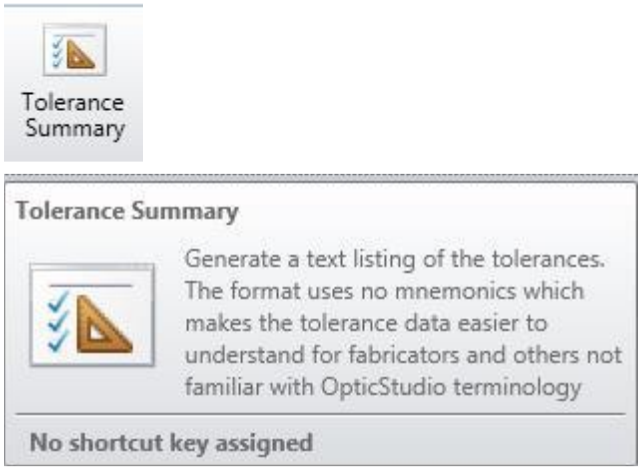


点击“公差脚本”按钮会展开一个菜单，其中包含新建公差脚本和编辑现有公差脚本的选项：



用户公差脚本是类似于宏的命令文件，它用来定义在公差分析时校准和评估镜头所使用的过程。有关该选项的详细信息请参考“使用公差脚本”一节

公差报告



该功能可以生成公差的文本列表，并且可以被保存或打印。该文本格式的可读性优于公差列表，并且不使用任何公差符号，这可以使制造商或其他不熟悉 OpticStudio 术语的人更容易理解公差分析结果。

4: Tolerance Summary

```
Tolerance Data Summary

File : C:\Users\[redacted]\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Objectives\Double Gauss
Title: DOUBLE GAUSS
Date : 2/19/2014

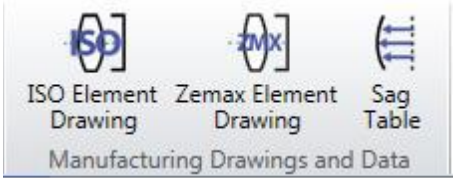

Radius and Thickness data are in Millimeters.
Power and Irregularity are in double pass fringes at 0.6328 µm
Only spherical and astigmatism irregularity tolerances are listed in the Surface CENTER
Zernike irregularity tolerances are listed under OTHER TOLERANCES.
Surface Total Indicator Runout (TIR) are in Millimeters.
Index and Abbe tolerances are dimensionless
Surface and Element Decenters are in Millimeters.
Surface and Element Tilts are in degrees.

SURFACE CENTERED TOLERANCES:

Surf          Radius     Tol Min     Tol Max       Power       Irreg   Thickness     To
   1          54.153        -0.2         0.2           -         0.2      8.7467
   2          152.52        -0.2         0.2           -         0.2         0.5
   3          35.951        -0.2         0.2           -         0.2          14
   4        Infinity           -           -           1         0.2       3.777
   5           22.27        -0.2         0.2           -         0.2      14.253
   6        Infinity           -           -           -           -      12.428
   7          -25.685        -0.2         0.2           -         0.2       3.777
   8        Infinity           -           -           1         0.2      10.834
   9          -36.98        -0.2         0.2           -         0.2         0.5
  10          196.42        -0.2         0.2           -         0.2      6.8582
  11         -67.148        -0.2         0.2           -         0.2      57.315
```

加工图纸与数据组

该组包括用于加工制造的图纸和矢高工具

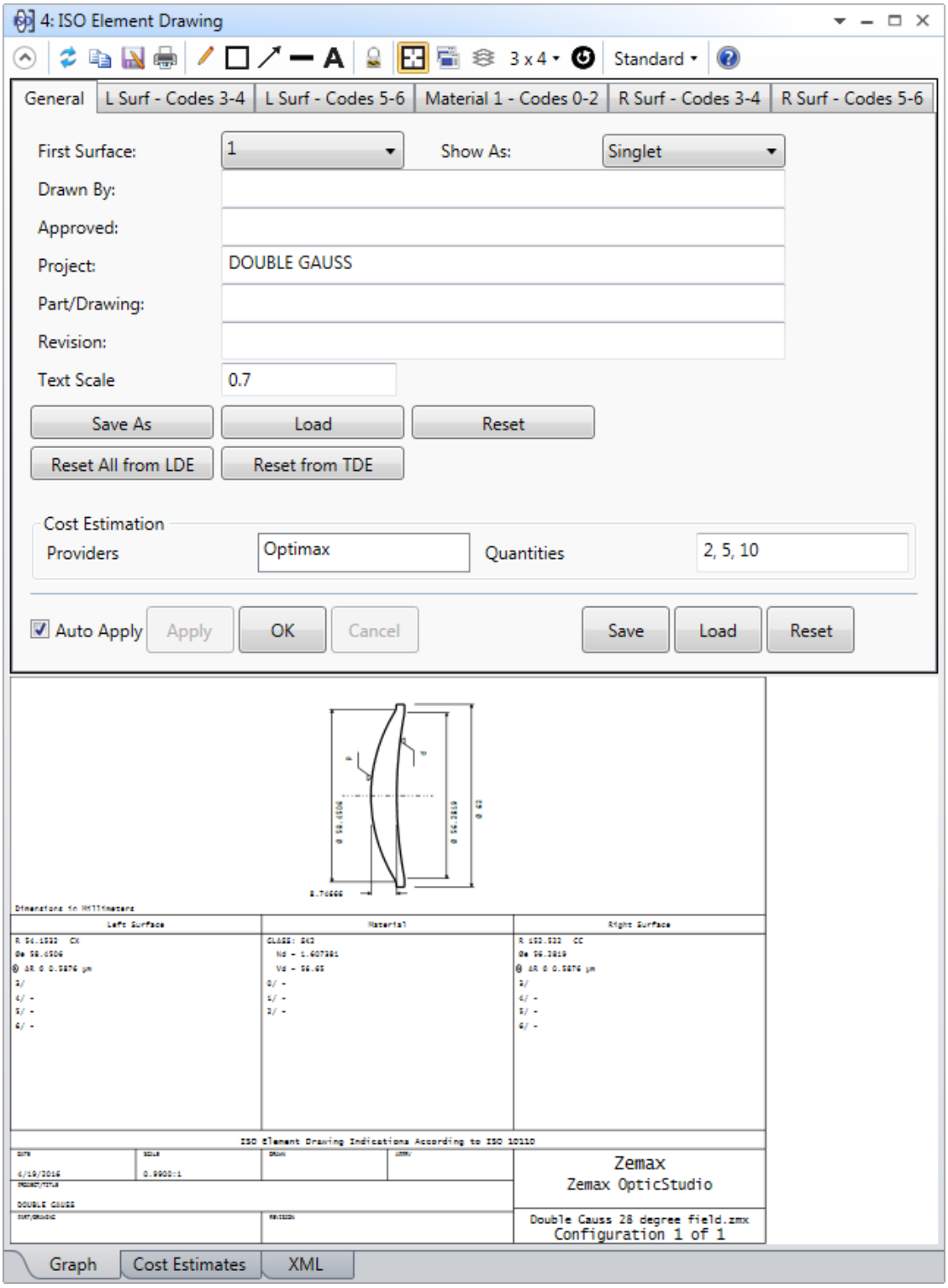


ISO 元件制图（加工图纸与数据组）





该功能可绘制适合在用于光学车间生产的表面、单透镜或双胶合镜头元件的 ISO 10110 类型的图纸。


4: ISO Element Drawing
3 x 4
Standard
General
L Surf - Codes 3-4
L Surf - Codes 5-6
Material 1 - Codes 0-2
R Surf - Codes 3-4
R Surf - Codes 5-6
First Surface:
1
Show As:
Singlet
Drawn By:
Approved:
Project:
DOUBLE GAUSS
Part/Drawing:
Revision:
Text Scale
0.7
Save As
Load
Reset
Reset All from LDE
Reset from TDE
Cost Estimation
Providers
Optimax
Quantities
2, 5, 10
Auto Apply
Apply
OK
Cancel
Save
Load
Reset
Left Surface
Material
Right Surface
ISO Element Drawing Indications According to ISO 10110
Zemax
Zemax OpticStudio
Double Gauss 28 degree field.zmx
Configuration 1 of 1
Graph
Cost Estimates
XML

起始面 所要绘制元件的第一个表面。

显示为 可选择表面、单透镜或双胶合。

重置 当点击“重置”按钮时，项目栏会重置为“系统选项”>“标题/标注”>“标题”字段中的文本，并且除了“文本比例”以外所有数值会被清空，文本比例会重置为默认值 0.7。

从 LDE 重置 点击“从 LDE 重置”按钮后，元件中每个表面的曲率半径、圆锥系数和有效直径值会从镜头数据编辑器中获取。当使用 OpticStudio 旗舰版或专业版时，所有表面的直径及直径（平的）也将从镜头数据编辑器中获取，因为这两个参数在 OpticStudio 的这些版本中是通过镜头数据编辑器中的“延伸区”和“机械半口径”提供的。这两个值会在每个表面（L、材料和 R）的“表面-代码 3-4”选项卡中的“在使用中”列和“-tol”列之间的文本框中输入。如果需要，可以通过取消勾选该表面相应的“表面-代码 3-4”选项卡中的“自动”选项，在之后手动编辑每个表面的值。

从 TDE 重置 点击“从 TDE 重置”按钮，会从公差数据编辑器获取半径、厚度、折射率、表面倾斜以及表面偏心的公差。在更改表面编号或是显示设置后，公差会自动重置。该设置只考虑 TRAD，TCUR， TFRN， TCON， TTHI，TIND，TABB，TSTX， TSTY， TSDX，TSDY，TIRR，TEZI 和 TWAV 公差。如果有些公差未提供，则这些公差将设置为零。TFRN 的公差数据将应用面形公差代码 3/A 中。需要注意的是，所有公差都可以根据任何需求进行编辑。

其他设置 该功能还支持许多其他设置，对应于 ISO 10110 图纸规格中定义的公差。更多信息请参考下文中的讨论。

《ISO 10110 Optics and Optical Instruments -- Preparation of drawings for optical elements and systems: A User's Guide》一书中解释了 ISO 10110 元件制图中图纸绘制的规格，本书由 Ronald K. Kimmel 和 Robert E. Parks 编著，由美国光学学会(Optical Society of America)出版。更多信息请参考 OSA 网站 www.osa.org。

尽管 ISO 规格只考虑了单个元件的情况，但 OpticStudio ISO 图纸也支持绘制表面和双胶合透镜的图纸。然而并不是所有 ISO 图纸的细节都包含在双胶合透镜的图纸中。如果对生成的双胶合透镜图纸不满意，可以为双胶合透镜中的两个单透镜单独绘制图纸。该功能不考虑“忽略表面”的设置，并且会绘制出所有需要的表面，无论它们是否被忽略。

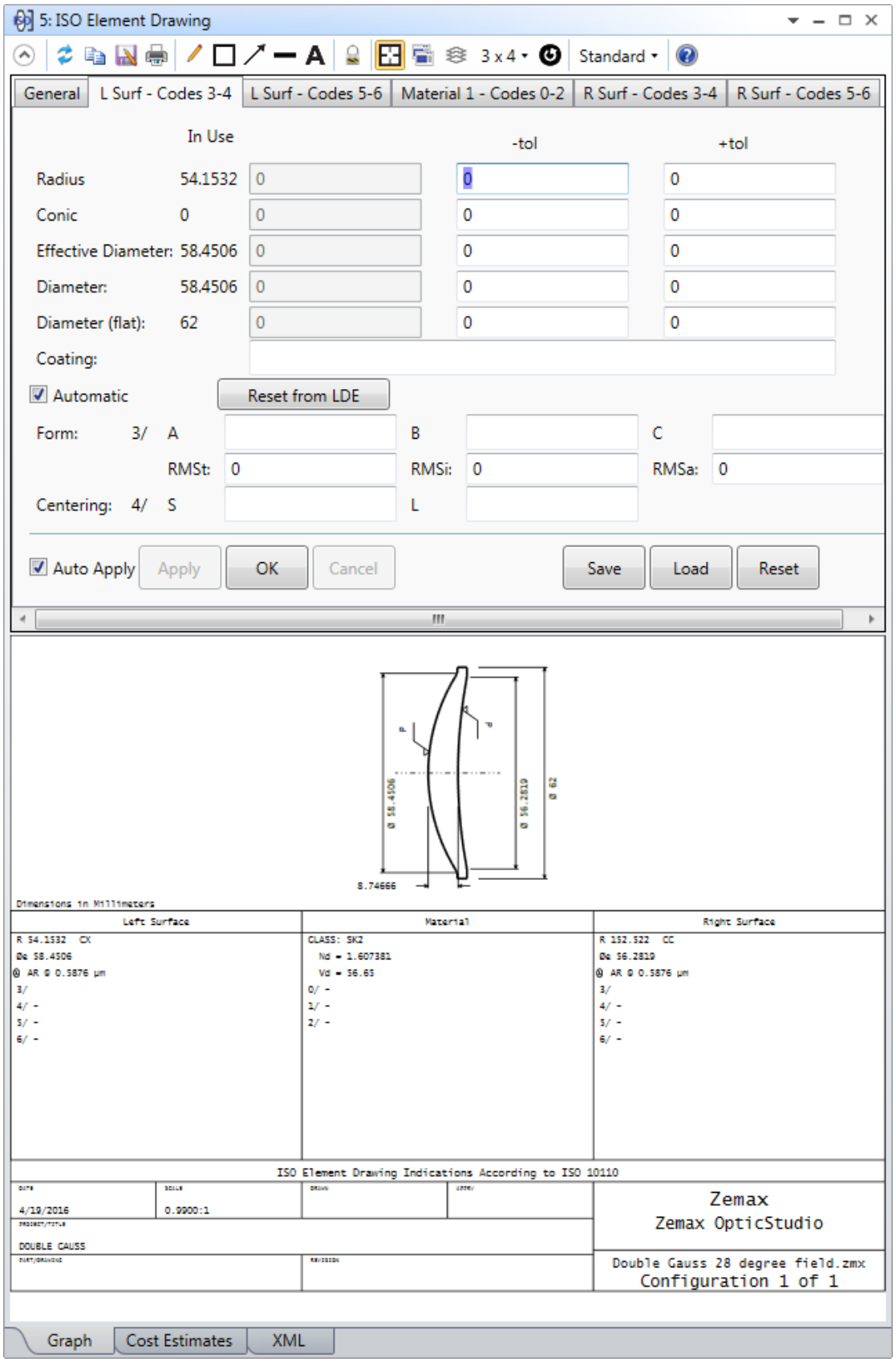
ISO 10110 符号和代码总结 OpticStudio 不会自动包括所有 ISO 公差的默认值，但是会为这些用户规格的公差提供文本输入框。文本有宽度的限制，如果在文本中放入过长的字符，则文本可能会超出图纸中的列。下表总结了 OpticStudio 中使用的 ISO 10110 中的符号和代码。

ISO 10110 符号和代码概要

符号或代码编号	描述
R	曲率半径，以镜头单位表示。CC 表示凹面，CX 表示凸面。
Ø	直径，以镜头单位表示。
Øe	有效直径，以镜头单位表示。
n	折射率。
v	阿贝数。
(λ)	膜层规格。
P;Rq;Lmin;Lmax	表示图纸中的抛光表面。图纸中不会提供抛光规格的详细信息，但会在表面数据中明确。Rq = 所允许的最大 RMS 表面粗糙度，以微米为单位。Lmin/Lmax = 用于 RMS 计算的采样间隔的最小和最大长度，以毫米为单位。
0/A	应力双折射；A = 最大光程差，以 nm/cm 为单位。
1/NxA	气泡及杂质；N = 气泡和/或杂质的数量；A = 气泡等级编号（大小）

2/A;B	不均匀性及条纹；A = 均匀性等级编号，B = 条纹等级编号
3/A(B/C) 或 3/A(B/C)RMSx<D 或 3/-RMSx<D 其中 x 是 t,i 或 a	表面面形公差；A = 最大弧矢误差（以光圈为单位），或者-如果公差是曲率半径公差的一部分，B = 不规则度的峰谷值（以光圈为单位）或者-如果没有指定任何公差，C = 非球的旋转对称误差（以光圈为单位）。如果(B/C)替换为 A(B)，则不指定任何公差。 对于 RMS 公差，D = 最大 RMS 误差（以光圈为单位），t = 与名义值的总 RMS 偏差；I = RMS 不规则度，a = 从不规则度减去非球面度之后保留的 RMS 不对称性。
4/S(L)	中心公差；S = 表面的倾角（以弧分为单位），L = 横向位移。
5/NxA;CN'xA';LN"xA";EA"'	表面瑕疵方法 1：N = 瑕疵数，A = 等级编号（瑕疵区域的平方根），C = 膜层瑕疵名称，N' = 膜层瑕疵数，A' = 等级编号，E = 边缘缺口名称，A"' = 边缘突出，L = 长划痕名称，N" = 划痕数量，A" = 等级编号（划痕宽度(mm)）。
6/Hth;L;pdg;fp;nts x np or 6/Eth; L; nts	激光辐射损伤阈值；Hth = 能量密度阈值，L = 激光波长(nm)，pdg = 脉冲时间宽度，fp = 脉冲重复频率(Hz)，nts = 测试点数量，np = 每个测试点的脉冲数，Eth = 功率密度阈值（以 watt-cm^2）

表面-代码 3-4 的设置


5: ISO Element Drawing
3 x 4
Standard
General
L Surf - Codes 3-4
L Surf - Codes 5-6
Material 1 - Codes 0-2
R Surf - Codes 3-4
R Surf - Codes 5-6
In Use
-tol
+tol
Radius 54.1532
Conic 0
Effective Diameter: 58.4506
Diameter: 58.4506
Diameter (flat): 62
Coating:
Automatic
Reset from LDE
Form: 3/ A
B
C
RMSt: 0
RMSi: 0
RMSa: 0
Centering: 4/ S
L
Auto Apply
Apply
OK
Cancel
Save
Load
Reset
Ø 58.4506
Ø 56.2819
Ø 62
8.74666
Dimensions in Millimeters
Left Surface
Material
Right Surface
R 54.1532 CX
Øe 58.4506
@ AR Ø 0.5876 µm
3/
4/ -
5/ -
6/ -
CLASS: SK2
Nd = 1.607381
Vd = 56.65
0/ -
1/ -
2/ -
R 152.522 CC
Øe 56.2819
@ AR Ø 0.5876 µm
3/
4/ -
5/ -
6/ -
ISO Element Drawing Indications According to ISO 10110
4/19/2016
0.9900:1
DOUBLE GAUSS
Zemax
Zemax OpticStudio
Double Gauss 28 degree field.zmx
Configuration 1 of 1
Graph
Cost Estimates
XML

元件的每一个表面都会有一个选项卡，允许用户输入 ISO 10110 图纸中代码 3 和 4 的数据。在此选项卡中，曲率半径，圆锥系数，有效直径，直径和直径（平的）数据会显示在“在使用中”的列下。在第二列中，用户可以根据需要手动输入数据。需要注意的是，在 OpticStudio 标准版中，用户需要手动输入直径和直径（平的）的数据值，因为这些数据在该版本中不支持自动输入。如果想要编辑任何显示为灰色的数据值，则必须首先取消勾选选项卡中的“自动应用”选项。

通过点击“从 LDE 重置”按钮，可以从镜头数据编辑器中读取曲率半径，圆锥系数和有效直径的值；在 OpticStudio 旗舰版和专业版中镜头编辑器的“延伸区”和“机械半直径”数据还提供了“直径和直径（平的）”的数据值。如果勾选了“自动应用”选项，那么只有在分析以不同设置保存在文件中时，“从 LDE 重置”按钮获得的值才会与“在使用中”一列中的值不同，。

直径和斜面

在OpticStudio旗舰版和专业版中，直径的定义如下：

•有效直径 = 镜头数据编辑器中的净口径或半直径值

•直径 = 镜头数据编辑器中的净口径和半直径值 + 延伸区值

•直径（平的） = 镜头数据编辑器中机械半直径值

强烈建议以上版本的 OpticStudio 用户直接在镜头数据编辑器中定义每个镜头的机械几何参数，而不是尝试在 ISO 元件制图的设置中进行定义。

在 OpticStudio 标准版中无法从镜头数据编辑器中获取直径和直径（平的）的数据，用户必须将其手动输入。需要注意的是，这两个数据值最小必须等于有效直径，并且直径（平的）的值必须始终大于（或等于）有效直径值。

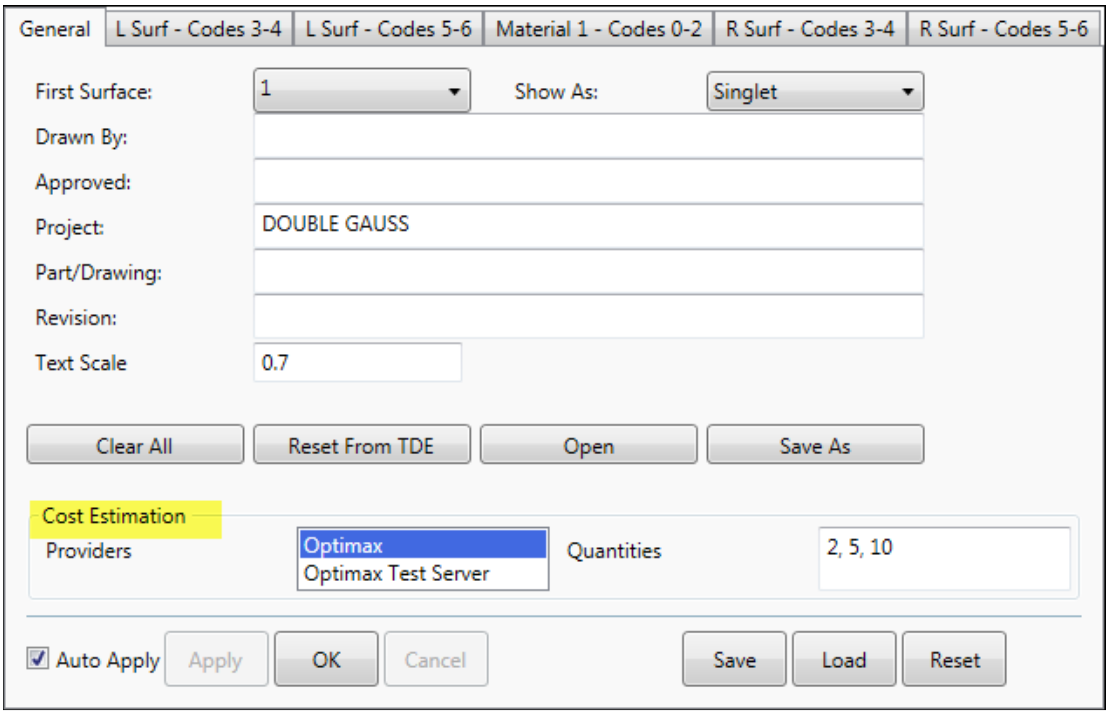
XML 输出

对于单透镜元件，OpticStudio 会生成 XML 输出以帮助共享 ISO 10110 镜头的规格数据。可以在“XML”选项卡中查看 XML 输出。在 XML 输出中，元件和属性栏中的内容根据“ISO 元件制图”的设置对话框及文件中其他位置的数据输入。使用窗口工具栏中的“另存为”按钮可以将 XML 输出数据保存到文件中。当单透镜的 XML 数据文件生成后，通过点击设置对话框中的“加载”按钮可重新加载设置数据。

成本估计（加工图纸和数据组）

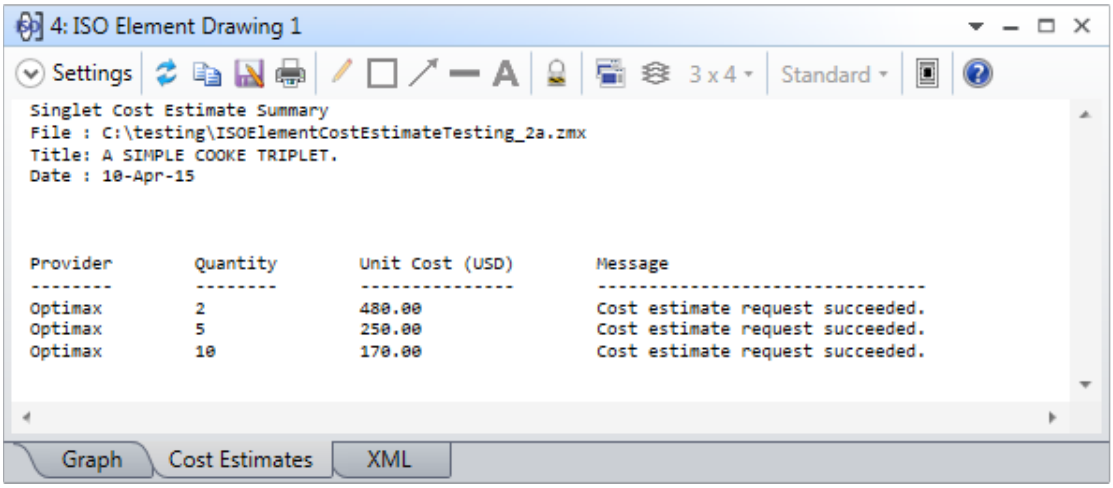
在“ISO 元件制图”设置中的常规选项卡中，用于评估单透镜加工成本的成本估计部分包含**供应商**的选择列表，和一个可以输入生产**数量**的文本栏。如果需要成本估计，则可从供应商列表中选择一个供应商，并在数量文本栏中输入一个或更多的生产数量。

如果要使用成本估计功能，则“显示为：”选项必须选择单透镜。



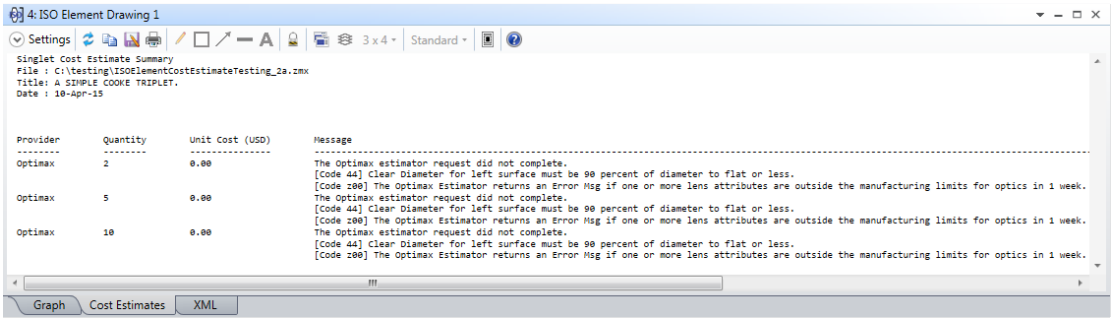
成本估计选项卡

当选择“ISO 元件制图”底部的“成本估计”选项卡时，OpticStudio 会查询供应商的服务器来检索所指定生产数量的成本估计。

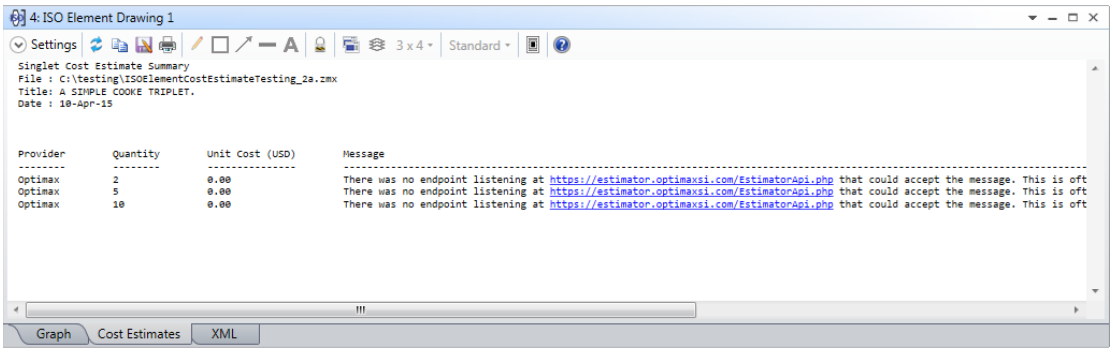


如果成本估计供应商无法完成估计请求，或者出现链接错误，则报告会显示相应的错误消息。下面显示了一些典型的错误消息。

示例 1：供应商返回无效输入值的消息。



示例 2：由网络故障造成的链接错误。



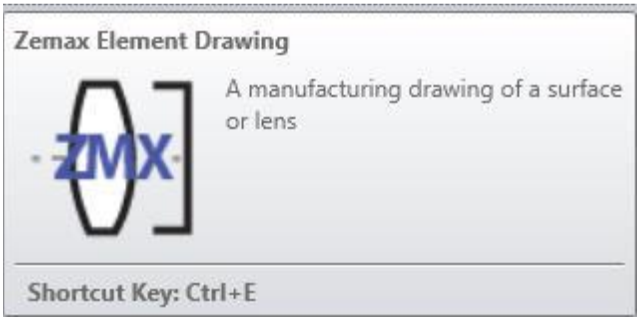
XML选项卡

XML 选项卡中包含了提交给成本估计供应商的数据。该输出功能也可用于提供数据信息，或将 XML 保存到文件中以便导入其它独立的成本估计工具或 ISO 元件制图分析工具对成本进行估计。

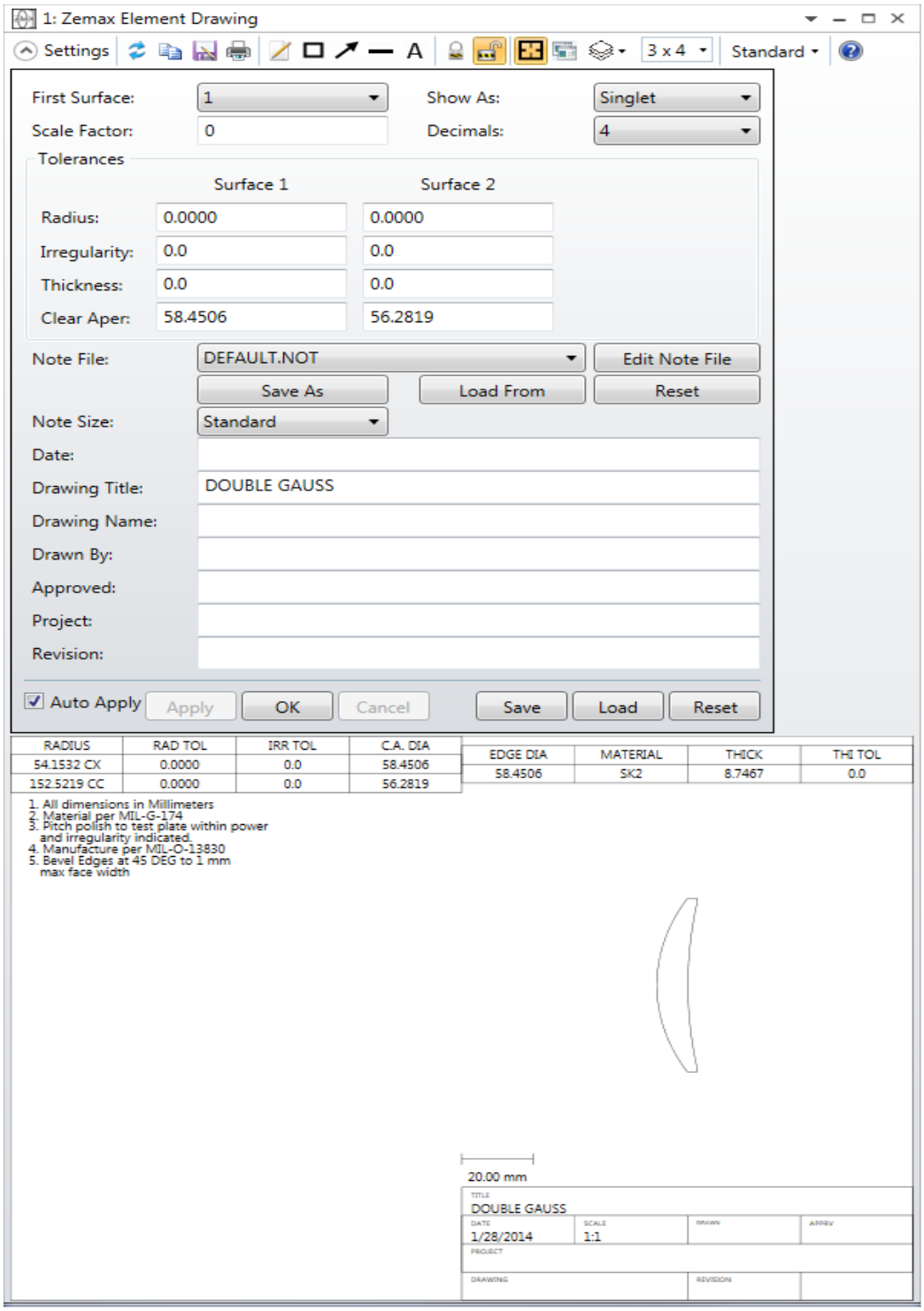
更多信息请参考公差选项卡中独立的“成本估计（加工支持）”一节。

Zemax 元件制图（加工图纸与数据组）





该功能用于生成适合在光学车间生产使用的表面、单透镜、双胶合透镜或三胶合透镜元件的机械图纸。



起始面 要绘制的元件的第一个面。

显示为 可选择表面、单片、双胶合或三片。

备注文件名 ASCII 文件的名称，该文件包含要添加至元件图纸的备注部分中的备注内容。由于数字 1 需要用于单位规格而保留，因此备注应始终以数字 2 开始，。

编辑注解文件 单击此按钮将 OpticStudio 的文本编辑器，该记事本编辑器可用于修改所选择的备注文件。

半径 指定表面的半径公差值。

不规则度 指定表面的不规则度公差值。

净孔径 指定表面的净孔径。

厚度 指定表面的中心厚度公差值。

缩放因子 如果缩放因子设置为零，则默认选择“填充画面”并按比例缩放绘制元件，以填充元件制图的右半部分。如果缩放因子设置为任意数值，则元件将以“实际”尺寸乘以缩放因子绘制图纸。例如，如果缩放因子设为 1.0，则元件将以实际尺寸绘制在打印机（而不是显示窗口）中。如果缩放因子设为 0.5，则将按照实际尺寸一半的比例打印元件。

小数点 数值使用的小数位数。点击“重置”按钮重新设置所有显示数字的格式。

绘图标题 该输入栏可以输入任何用户自定义的文本。默认为镜头标题。

日期 如果留空，则将使用默认的日期格式。如果输入了文本，则会使用该文本。

绘图名称 所有输入栏都可以输入任何用户自定义的文本。输入栏没有默认值。

审核
修订
制图
项目

备注尺寸 可选择标准、中、小或精细所有选项按照字体大小降序排列。“备注字体大小”设置仅影响在绘图上所做备注文件大小。字体越小，能显示的备注文件就越大。

另存为/载入自 这两个按钮可以保存或重新加载所有元件制图设置栏中显示的设置。数据将以二进制的 ELE 格式保存。

重置 如果点击此按钮，将重置指定表面的所有默认的公差和孔径，但当前表面、显示为和文本标题将保持不变。

讨论 点击“保存”按钮可以将元件制图的设置保存在指定的镜头文件中。与大部分分析功能不同的是，元件制图功能会分别保存每个表面的所有设置。例如，在已经保存了表面 1 的备注和公差的情况下，输入表面 3 的新备注和公差并保存。此时如果需要重新调用任意表面的设置，则只需将表面编号更改为指定表面，然后点击“加载”按钮即可。如果匹配到之前保存过的表面，则该表面的设置将显示。该功能可以为多元件系统重新生成复杂的图纸提供便利。

元件制图功能的一个重要特征是可以加载不同的备注文件，并将它们放置于图纸中。默认的备注文件“DEFAULT.NOT”是一组通用的备注文本，实际情况中很少直接使用。然而用户可以对备注文件进行修改（它们文本文件，可以使用任何文本编辑器进行修改），并使用不同的文件名保存。例如，用户可能希望为其所设计的每种光学元件类型生成一个.NOT 文件，然后在进行元件制图时加载最合适的备注文件。NOT 文件必须位于<data>\Miscellaneous 文件夹下（请参考“文件夹”）。

如果备注文件的第一行以数字 1 开始，OpticStudio 将打印所提供的备注文件，且不包含默认备注。如果备注文件的起始内容是某个其它符号，则第一个默认备注为“1) All dimensions in millimeters”或是当前系统使用的任何镜头单位。如果需要使用默认备注，请从备注编号 2 开始输入所需的备注。备注文件中的换行和空格将按照原样复制到元件制图上。

每当生成新的元件制图或点击“重置”按钮时，默认设置将重新生成。默认公差取自公差数据编辑器。最小/最大公差范围中的最大值将用作默认公差值。例如，如果公差操作数 TTHI 的厚度公差为-.03，+.05，则默认公差值为 0.05。这里只考虑 TTHI、TRAD 和 TIRR 公差。如果不能生成合适的默认值，则公差将设置为零。需要注意的是，所有公差的输入栏都可以输入文本；可以根据任何要求进行编辑。

使用样板测量表面得到的牛顿环公差（以光圈值为单位）与曲率半径公差之间的转换关系可由下式快速计算：

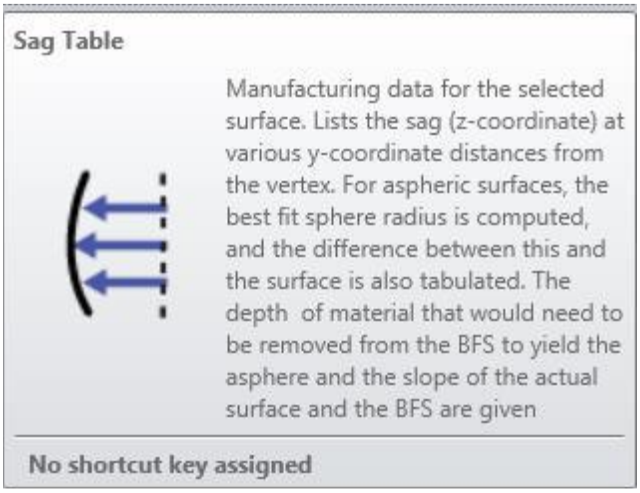
$$\#\,fringes = \frac{\Delta R}{\lambda}\frac{\rho^2}{R^2}$$

其中，ΔR 为半径误差，λ为测试波长，ρ为径向孔径，R 为曲率半径。该公式为表面曲率很小时的近似公式。更多信息请参考《Malacara, Optical Shop Testing, J. Wiley & Sons, Inc》。

特殊字符 可以在公差文本栏中插入并编辑一些有用的特殊字符。这些符号的输入语法为：按住键盘上的 Alt 键并在数字键盘上键入对应的 4 个数字。常用的字符有：± - Alt0177, µ - Alt0181, ® - Alt0174, © - Alt0169.

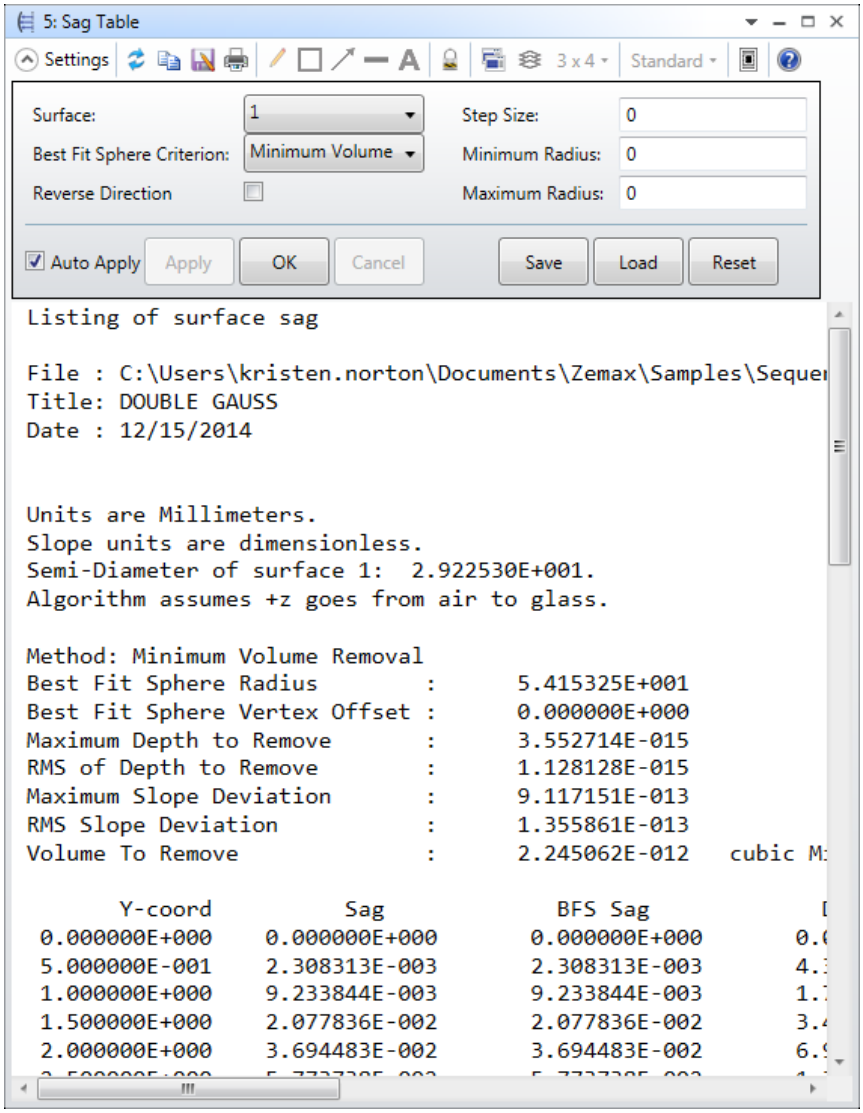
矢高表





该功能列出了所选择的表面上，以顶点为起点，不同 Y 坐标距离处的矢高（z-坐标）值。同时计算了最佳拟合球面的曲率半径，并以表格的方式给出了最佳拟合球面的矢高以及最佳拟合球面与所选表面之间的矢高差。列表中还给出了需要从最佳拟合球面去除材料以生成非球面的去除深度、实际表面和最佳拟合球面的无量纲斜率(dz/dr)以及这两者之间的差。

该功能只考虑表面的 Y 坐标，因此当表面为非旋转对称时，不应使用此功能。



表面 计算使用的表面编号。

步长大小 从计算矢高的顶点测量的步长间距。使用默认值零会自动选择一个合理的步长大小。

最佳拟合球面标准 最佳拟合球面的曲率半径和偏移量会根据此处所选的评价标准进行优化。“最小体积”选项会使最佳拟合球面与所选镜头表面之间的体积偏差最小。“最小 RMS（无偏移）”选项会使最佳拟合球面与所选镜头表面之间的 RMS 偏差最小，同时对表面顶点进行约束，使其不产生任何偏移。“最小 RMS（偏移）”选项会使最佳拟合球面与所选镜头表面之间的 RMS 偏差最小，同时允许表面顶点之间存在偏移。更多信息请参考下图。

Best fit sphere results (orange) compared to exaggerated asphere surface.
Left to right results are:
(1) minimum volume removal,
(2) minimum RMS w/ offset constrained to zero,
(3) minimum RMS w/ variable offset.



翻转方向 请参考“讨论”。

最小半径、最大半径 执行拟合的最小和最大径向孔径值。该功能用于支持对旋转对称的环形光学元件进行拟合。如果两个值均设为零，则最小半径将是 0，最大半径将是表面的半径。

讨论

该功能可以用来确定该表面的最大非球偏差。矢高表同样对镜头的加工很有帮助。

该功能将列出八个数据列：

- Y-坐标：计算表面上所有数据点的y坐标。
- 矢高：所有y坐标对应的表面矢高。

• 最佳拟合球面矢高：最佳拟合球面的矢高。最佳拟合球面的半径是通过计算所需从拟合球面移除材料以生成非球面的最小材料体积来确定的。

• 偏差：最佳拟合球面矢高和表面矢高之间的差，忽略任何顶点偏移（请参考下文的“移除量”）。

• 移除量：对应的y坐标处需要移除材料的深度，假设表面是首次生成的最佳拟合球面。需要注意的是，一些非球面可能需要从顶点移除材料；对于其他类型的非球面，移除最小材料体积是通过从最佳拟合球面的中心环形区域移除更多材料实现的。

• 斜率：表面的斜率(dz/dr)

•最佳拟合球面斜率：最佳拟合球面的斜率。

• 斜率差：表面的斜率与最佳拟合非球面之间的差。

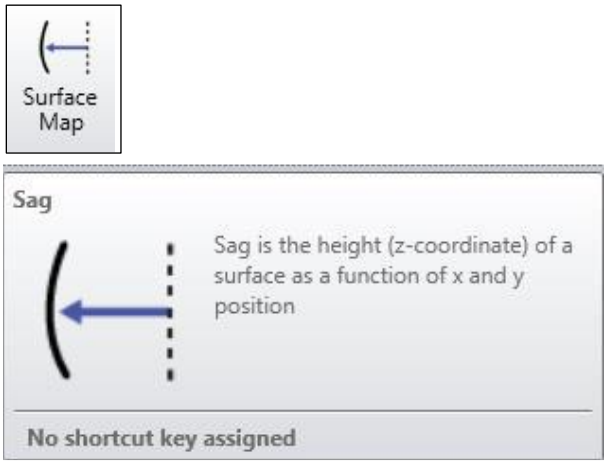
无论表面是否定义了空气和玻璃或玻璃和空气之间的边界，或者表面是凹面还是凸面，最佳拟合球面相对于非球面的半径和位置（顶点偏移）都取决于非球面表面的属性。OpticStudio 始终会尝试选择在表面的空气一侧“添加”材料的最佳拟合球面。顶点偏移和最佳拟合球面的半径是通过计算所需从拟合球面移除材料以生成非球面的最小材料体积来确定的。对于有些表面，例如双胶合镜头中两种玻璃材料之间的表面，OpticStudio 无法确定哪一侧是“空气”。这种情况下，如果没有默认生成所需的数据，则选择“反转方向”会将选择表面的另一侧作为空气表面。在做出任何加工决策之前，用户必须仔细检查数据和符号。

面型数据组

该工具组包含了用于自由曲面生产的分析工具和 CAD 导出工具。



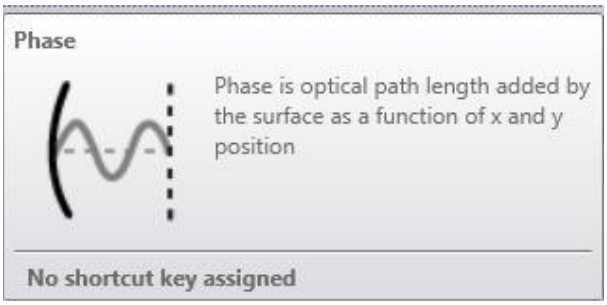
矢高图



它会打开矢高图分析工具，该工具位于分析选项卡>偏振和表面物理>表面的下拉菜单中。

相位图

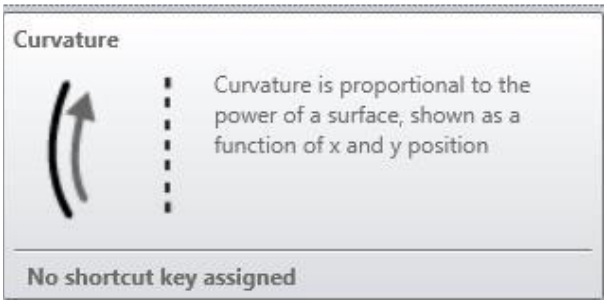




它会打开相位图分析工具，该工具位于分析选项卡>偏振和表面物理>表面的下拉菜单中。

曲率图

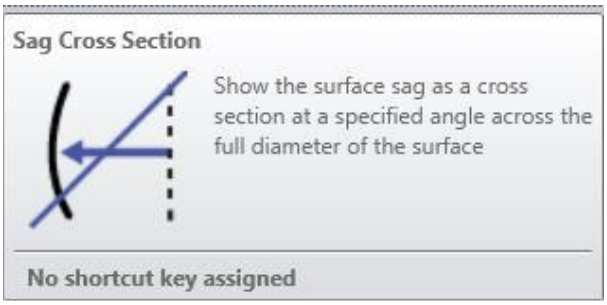




它会打开曲率图分析工具，该工具位于分析选项卡>偏振和表面物理>表面的下拉菜单中。

矢高截面图

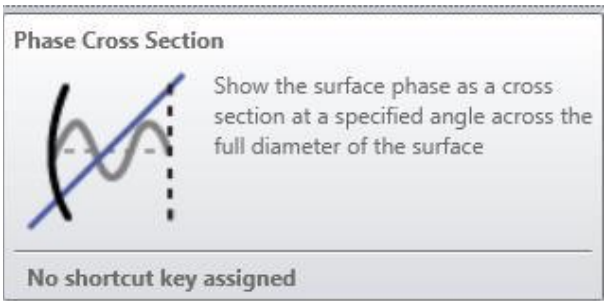




它会打开矢高截图分析工具，该工具位于分析选项卡>偏振和表面物理>表面的下拉菜单中。

相位截面图

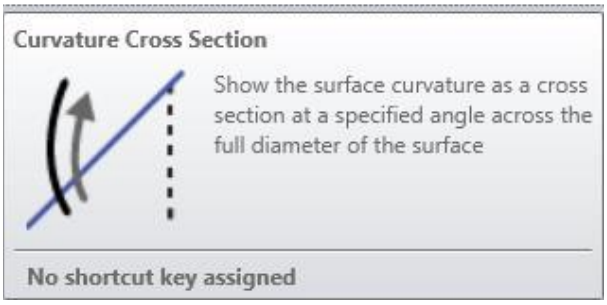




它会打开相位截面图分析工具，该工具位于分析选项卡>偏振和表面物理>表面的下拉菜单中。

曲率截面图

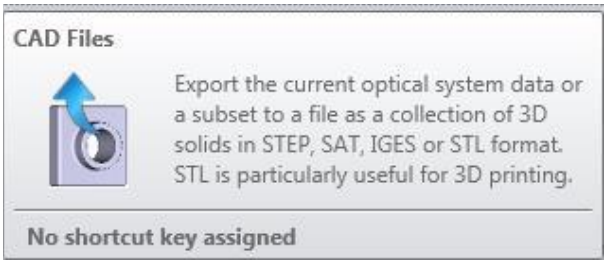




它会打开曲率截面图分析工具，该工具位于分析选项卡>偏振和表面物理>表面的下拉菜单中。

CAD 导出





它会打开 CAD 文件工具，该工具位于文件选项卡>输出文件组中。

公差概述

OpticStudio 提供了灵活且强大的公差推导和灵敏度分析能力。可以分析的公差包括结构参数变量，例如曲率、厚度、位置、折射率、阿贝数、非球面系数等等。OpticStudio 还支持分析表面和镜头组的偏心，以及表面和镜头组绕任意点的倾斜，面型不规则度以及其他参数或附加数据值的偏差。由于参数和附加数据可以用于描述非球面系数，梯度折射率系数等，因此这些值也可以进行公差分析。不同的公差组合可有效的评估系统在装配和加工中的误差对性能的影响。

在公差分析中 OpticStudio 总是使用实际光线追迹来进行分析；OpticStudio 的公差算法中不会存在任何一阶近似或插值。

公差使用操作数来进行定义，如操作数 TRAD 用于定义曲率半径的公差。公差操作数会自动保存在镜头文件中。公差操作数在公差数据编辑器中进行编辑，在设置选项卡中的编辑器组或公差选项卡的公差分析组中可以打开该编辑器。

可以用多种不同的评价标准对公差进行评估，其中包括 RMS 点列图半径，RMS 波前差，MTF 响应，瞄准误差，用户自定义评价函数，或定义了复杂校准和评估过程的公差脚本。另外，可以定义补偿器来模拟镜头加工后可以做出的调整。OpticStudio 可以对补偿器的补偿值加以限制。

公差可通过三种途径来计算和分析：

灵敏度分析：

对于给定的一组公差，分别计算每项公差对评价标准造成的改变量。此外，也可以单独计算每个视场和结构的评价标准。

反灵敏度分析：

对于给定的评价标准改变量，分别计算每项公差的极值。可通过设置名义评价标准的改变量极值来计算反灵敏度分析，或直接设置评价标准的极值。可以计算所有视场和结构的平均评价标准，也可以单独计算每个视场中每个结构的评价标准。

蒙特卡罗分析：

灵敏度和反灵敏度分析考虑了每项公差对系统性能的影响。总体性能各项公差性能的平方和根值进行计算。蒙特卡罗模拟是另一种评估所有公差对系统的总体影响的方法。这种模拟会随机生成一系列符合指定公差的随机镜头，然后对镜头的性能进行评估。除了所考虑的缺陷的大小和范围以外，蒙特卡罗分析不作任何近似。通过同时考虑所有实际公差，可以精确地模拟预期的性能。蒙特卡罗模拟可使用正态分布、均匀分布、抛物线分布或用户自定义的统计分布来生成任意数量的镜头文件。

基本步骤

对镜头进行公差分析包括以下几个步骤：

1）为镜头定义一组适当的公差。通常情况下，使用“公差选项卡”中的“公差分析向导”的默认公差生成功能是很好的起始选择。公差的定义和修正可在公差数据编辑器中进行，该编辑器位于“设置选项卡”或“公差选项卡”中的编辑器组。

2）修改默认公差或加入新的公差，以满足系统需求。

3）添加补偿器，并设定允许的补偿范围。默认的补偿器为后焦距，它可以控制像面的位置。也可以定义其它补偿器，例如像面倾斜。定义补偿器的数量不受限制。

4）选择适当的评价标准，例如 RMS 光斑半径、波前差、MTF 或瞄准误差。更复杂的评价标准可以使用自定义的评价函数，或者更灵活的公差脚本来定义，下文中将详细介绍。

5）选择所需要的分析模式，可以为灵敏度分析或反灵敏度分析。对于反灵敏度分析，选择评价标准的极值或增量，计算所有视场的平均值或单独计算每一个视场。

6）执行公差分析。

7）检查公差分析产生的数据，并考虑该公差的加工预算。如果需要的话，可以修改公差并重复分析。

有关基本步骤的详细信息将在后文的部分中提供。

使用不规则面型进行公差分析

公差操作数 TSDX、TSDY、TSTX、TSTY 和 TIRR 都使用不规则面来模拟镜头表面上产生的扰动。关于不规则面型的详细信息请参考帮助文件中“序列表面（镜头数据编辑器）”一节。

使用不规则面的最大优势在于速度快、简单易用并且非常灵活。任意标准面都可以转换为不规则面，并且不需要定义虚拟面或坐标间断面。此外，表面的倾斜、偏心和表面不规则度的综合效果可使用蒙特卡罗分析同时模拟。

当 OpticStudio 使用公差操作数 TSDX、TSDY、TSTX、TSTY 和 TIRR 计算公差分析时，表面首先会从标准面转化为不规则面。这也是为什么使用这些操作数时，只支持分析标准面的原因。

定义补偿器

可以定义多种不同类型的补偿器：任意或多个表面的厚度（最常用的）、曲率、圆锥系数、参数或附加数据值。多重结构操作数也可被定义为补偿器。将特定元件的倾斜或偏心参数用作补偿器非常实用。需要倾斜的表面必须已经定义为坐标间断面（或者定义为倾斜表面），并根据需要设置适当的跟随求解类型。

像面焦距是系统默认的补偿器。可以根据实际需求，增加或删除补偿器，并且补偿器的数量没有限制。通常情况下，使用较多的补偿器可以放宽对公差的要求，但会使系统的实际装调变得复杂。

所有补偿器都是通过公差操作 COMP、CPAR、CEDV 和 CMCO 来定义的。有关补偿器的定义请参考“公差控制操作数”一节。

当使用脚本定义公差分析的过程时，补偿器可以被更改，并且在模拟校准过程的不同阶段使用不同组的补偿器。详细信息请参考帮助文件中的“使用公差脚本”一节。

OpticStudio 如何进行公差分析计算

OpticStudio 会在公差分析开始时先将镜头保存为一个临时文件，该文件用于在完成分析后以后进行数据恢复。在公差分析中产生的所有改变最终都将丢弃，并且镜头文件将恢复到最初未被修改的状态。例外情况是，在反灵敏度分析过程中，公差项的最小和最大极限可能会被改变。

在进行公差分析时，OpticStudio 将清除所有的变量。但是求解类型会维持不变，这会在公差分析过程中导致一些问题。更多信息请参考“对包含求解的系统进行公差分析”一节。

OpticStudio 将读取公差操作数并将由 COMP 和 CPAR 定义的补偿参数设为变量。如果使用了公差脚本，则在分析过程中补偿器的定义可能被修改。如果要进行公差分析的镜头中开启了光线瞄准功能，或者勾选了“强制开启光线瞄准”选项，则在公差计算中将使用光线瞄准功能，否则将在分析时关闭该功能。使用光线瞄准时公差分析的计算更加准确，但执行速度更慢。有关光线瞄准的详细内容请参考帮助文件中的“光线瞄准”一节。

然后，OpticStudio 使用公差设置对话框中的评价标准、视场、MTF 频率和采样设置为公差分析定义适当的评价函数。该操作是针对临时文件进行的，因此镜头文件中原始定义的评价函数不会被影响。

在评价函数中会添加边界约束条件，来限制公差操作数 COMP 和 CPAR 定义的补偿器的最小和最大边界。如果使用了用户自定义评价函数，或者“补偿器”选择了近轴焦点，那么补偿器的边界约束将被忽略。

如果“补偿器”选择全部优化（DLS），那么 OpticStudio 将调用优化函数对所定义的补偿器进行优化。否则，后焦位置将设置在近轴焦点处。最终的镜头文件将被保存以供后续公差算法使用。

镜头的评价标准被认为是“名义”标准。需要注意的是，名义评价标准值通常与优化函数或评价函数编辑窗口中评价标准值不同，这是因为 OpticStudio 为公差分析构建了一个新的评价函数。然后，OpticStudio 将继续运行灵敏度、反灵敏度或蒙特卡罗分析，它们将在后续章节中介绍。

评估补偿器

OpticStudio 有两种方法来评估由“补偿器”选项选择的优化方法：“全部优化（DLS）”或“近轴焦点”。如果选择了“近轴焦点”，那么 OpticStudio 会则做出几个假设来极大的加快公差分析的速度。首先，所有定义的补偿器和补偿器边界约束都将被忽略。其次，将使用近轴焦点误差求解对作为补偿器的后焦距进行分析。这意味着焦点将调整到与名义镜头设计的离焦量相同的数值，而不对后焦距进行精确地的优化。这些假设极大的加速了公差分析的评估速度。如果“补偿器”选择了“全部优化（DLS）”，那么 OpticStudio 将使用速度更慢但更加精确的优化算法寻找所有补偿器的最佳值。

当只有后焦距作为补偿器时，使用“近轴焦点”模式可以更快速的、更精准的，并且对于旋转对称的系统来说，近轴光线可以很好地对系统进行描述。如果系统是高度非对称的，或者存在多个补偿器，则不应该使用“近轴焦点”模式。如果对两种模式的选择存在疑问，则分别运行两种模式并对结果进行比较。由于“近轴焦点”不会对补偿器进行精确的优化，因此“近轴焦点”模式的结果通常比 “优化所有”模式更差。

灵敏度分析

对于灵敏度分析，将使用下面的算法对每项公差进行独立评估：

恢复临时镜头文件。

将公差分析评估的参数调整到最小值。例如，如果分析的公差项为 TRAD，其名义值为 100mm，最小公差值为-0.1 mm，则这个半径将设为 99.9。如果公差项是元件的倾斜或者偏心，那么将插入虚拟坐标间断面来模拟这个扰动。对于表面的倾斜和偏心，如 TSDX、TSDY、TSTX、TSTY、TIRX 或者 TIRY，如果该表面为标准面，则将使用不规则面替换原有标准面型。

调整补偿器。

将最终的评价标准打印在报告上。

对公差项的最大值重复这一过程。

对每项公差操作数重复这一基本算法。

灵敏度分析的价值在于，通常情况下，公差限较宽松的公差相比其它公差对评价标准的影响更大。这个方法可以使设计者判别哪些表面对特定误差比较敏感，例如倾斜或者偏心。并且通常情况下，不同的表面对相同误差敏感程度也非常不同。灵敏度分析可以帮助辨别哪些公差项需要收紧，而哪些公差项可以放宽。同时也可用于寻找最少且效果最佳的补偿器数量及其所需的调整范围。实际上，该功能有很多应用；例如，设计镜头的工装以使补偿作用最大化等。

灵敏度分析可以辅助判断哪些公差项需要收紧，而哪些公差项可被放宽。

输出的数值非常重要，特别是包含很多元件以及包含与之对应的大量公差项的镜头。通常情况下，在所有可能的公差范围内，公差灵敏度的变化非常大。“显示最差”选项对于总结最差的公差项来说非常有用，这是因为它可以将公差以对评价标准的影响进行排序，然后以递减的顺序打印在报告中。如果只关心最差的公差结果，则可以勾选“只打印最差”选项来取消公差报告中的大量打印内容。

RSS 估算改变量

在计算完所有单独的公差项之后，OpticStudio 会计算多种统计数据，其中最重要的是评价标准的变化量计算以及相应的性能计算。对于性能改变量的计算，OpticStudio 使用平方和的根（RSS）假设来计算预估性能改变量。对于每个公差项，首先计算相对于名义值的性能改变量的平方，然后计算最小和最大公差值的平均值。需要注意的是，公差项的计算可以使用线性差异或 RSS 差异来计算；请参考帮助文件中“执行公差分析”一节中的“改变量”。通过对所有公差项的平均值求和得到整体的变化量，其计算公式如下：

$$C^2 = \sum_i \frac{\Delta_{i,min}{}^2 + \Delta_{i,max}{}^2}{2}.$$

对最小和最大改变量的平方取平均值的原因在于，同一公差的最小和最大公差值不会同时出现，因此平方值的和会导致过于悲观的预测。最后预测的性能根据所选的计算方法不同而不同。如果使用线性差异计算变化量，则最后评价标准的定义如下：

$$F = N + C$$

其中，N 是评价标准。

如果使用 RSS 差异来计算改变量，则最后性能的定义如下所示：

$$F = \sqrt{N^2 + C^2}.$$

反灵敏度分析

如果要执行反灵敏度分析，则公差的计算方法与灵敏度分析相同。然而，对最小和最大公差值的计算会在一个循环中迭代进行，在循环计算中不断调整最小和最大公差值。在反极值模式中，公差项会一直调整，直到最后的评价标准值近似等于最大标准值。在反增量模式中，公差项会一直调整，直到最后的评价标准值的改变量与增量值近似相等。

例如，如果公差分析为反极值模式，评价标准为 RMS 光斑半径，评价标准的值为 0.035，最大标准值为 0.050，则 OpticStudio 将调整公差，直到评价标准的值达到 0.050。如果公差分析为反增量模式，评价标准为 RMS 光斑半径，评价标准的值为 0.035，并且增量是 0.010，则 OpticStudio 将调整公差，直到评价标准的值达到 0.045。对于反极值模式，除了 MTF 评价标准以外，最大标准值必须大于评价标准的值，而在 MTF 评价标准中最大标准值必须小于评价标准的值，否则会产生错误消息并终止公差分析。对于反向增量模式，增量必须为正值。

反灵敏度的迭代算法会使公差向所需的值收敛，评价标准的改变必须平滑且单调。尤其是对于 RMS 光斑半径这类评价标准。然而，对于一些评价标准，当公差值改变时评价标准的值会出现多个峰谷值，其中最显著的是与 MTF 相关的公差标准。这通常是由于起始的公差项太过宽松导致的。如果反灵敏度不能迭代到所需的公差，则需要降低起始公差的公差范围并重新分析。

如果未勾选“不同的视场/结构”，则 OpticStudio 用来执行反灵敏度分析的标准为总体的评价标准，该标准为所有视场和结构的平均结果。使用平均结果的问题在于，有些视场或结构的性能可能由于公差导致明显的降低，而其它视场和结构却不会，平均结果可能不会显示出出个别视场或结构上性能的降低。如果勾选了“不同的视场/结构”，那么 OpticStudio 会单独计算每个结构中每个视场的评价标准的值，以确认每个视场和结构的评价标准值都满足最大标准值或增量值。对于反向增量模式，OpticStudio 计算每个视场位置性能的名义值，然后降低公差范围直到每个视场上的评价标准值不超过所定义的增量值。

如果起始公差值的评价标准值优于所定义的最大标准值或增量值，则当前的公差项将不再被调整。这意味着在反灵敏度的分析过程中，公差的范围不会被放宽，只可能被限制的更小。例如，如果评价标准值为 0.035，最大标准值为 0.050，起始的公差项得到的评价标准值为 0.040，那么起始公差的范围不会被增加。为了准确计算极值，首先必须在公差数据编辑器中放宽公差，然后重复反灵敏度分析。这样做是为了防止所需的公差范围比起始的公差范围还要宽松。通常情况下，当公差范围宽松到一定程度时，继续放宽公差范围不会降低制造的成本。

性能改变量的计算方法与灵敏度分析相同公，不同点在于反灵敏度算法使用新调整的公差范围进行计算。反灵敏度分析为限制个别的公差提供了帮助，因此避免出现其中一个缺陷对整体性能下降贡献太多。

需要注意的是，反灵敏度单独计算每项公差。总体性能下降的评估同样还是由所有独立公差的 RSS 给出。个别公差操作数可以勾选“不在反向公差时调整”选项；这将防止反向公差算法将公差范围限制的太紧，即便评估的性能已经符合了指定的要求。该选项选项位于公差数据编辑器中的“操作数属性”对话框中。

蒙特卡罗分析

与灵敏度分析和反灵敏度分析不同的是，蒙特卡罗分析同时模拟所有扰动的影响。

蒙特卡罗分析同时模拟所有扰动的影响。

对于每个蒙特卡罗循环，所有已指定公差的参数都会根据所定义的范围和统计分布类型进行随机设定。系统默认的设置假设所有参数都遵循相同的正态分布，并且公差的最小和最大值的总宽度为四倍标准差。例如，曲率半径为 100mm，公差为+4.0 / -0.0mm，则蒙特卡罗分析将在 100.00mm 与 104.00mm 之间赋予一个随机的半径值，它服从一个中心在 102.00mm，标准差为 1.0mm 的正态分布。

可以用 STAT 命令改变默认的统计分布模型。每个公差操作数可以有不同的统计分布模型，或者具有相同统计分布的操作数可以放置在一组中。所有跟随在 STAT 命令后的公差操作数都将使用 STAT 命令定义的统计分布。根据需要，可以在共查数据编辑器中输入多个 STAT 命令。

STAT 命令包含两个参数，Int1 和 Int2。其中 Int1 值用来定义统计分布模型：0 代表正态分布；1 代表均匀分布；2 代表抛物线分布；3 代表用户定义统计分布。只有使用正态分布时才是用 Int2 值，该参数用来指定公差参数的平均值和极值之间标准差的个数。

所有支持的统计分布如下所述。

正态统计分布

默认的分布类型是一个经过修正的高斯“正态”分布，其表达式为：

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp\left(\frac{-x^2}{2\sigma^2}\right), -n\sigma \le x \le n\sigma .$$

修正的地方在于随机变量 x（与公差两个极值中点的偏移量）被限制在“n”个标准离差之内。默认的“n”值为 2，然而“n”也可以根据前面定义的 STAT 指令的 Int2 参数改变。这样做是为了确保选择的值不超过指定的公差范围。标准差设为当前公差范围的一半除以“n”。例如，如果将“n”设为 2，厚度的名义值为 100mm，公差为+3/-1mm，则随机的厚度值应该从平均值为 101mm、范围为±2mm、标准差为 1.0 的正态分布中选取。如果“n”为 5，则标准差为 0.4。设置的“n”越大，所选择的值靠近公差极值平均值的可能性就越高。设置的“n”越小，则正态分布就越贴近均匀分布。

均匀统计分布

均匀分布的表达式为：

$$p(x) = \frac{1}{2\Delta}, -\Delta \le x \le \Delta .$$

其中，Δ值为最小和最大公差值之差的一半。需要注意的是，该随机变量值会在指定的公差范围内以同样的概率分布随机选取。

抛物线统计分布

抛物线的分布的表达式为：

$$p(x) = \left(\frac{3x^2}{2\Delta^3}\right), (-\Delta \le x \le \Delta),$$

其中，Δ的定义与均匀分布中的完全相同。根据抛物线分布产生的随机值看起来更趋近于公差范围的极值点，而不像正态分布那样是在中间值附近。

用户自定义统计分布

用户自定义统计分布是由一个文本文件进行定义的，其中分布数据包含在文件中的列表中。基本的概率函数可由下式定义：

$$p(x_i) = T_i, 0.0 \le x_i \le 1.0,$$

其中，T 值为列表中对应离散的 X 值的数值。则基本的概率分布可以通过对列表中的数值进行数值积分计算得到，预估的 X 值可以从与表格匹配的概率分布中随机产生。

该文件的格式包含两列数据，如下所示：

X1 T1
X1 T2
X3 T3
…etc.

其中，X 值是单调递增的浮点数（介于 0.0 和 1.0 之间，包括 0.0 和 1.0），T 值是得到 X 值对应的概率。需要注意的是，OpticStudio 使用的概率分布范围从 0.0 到 1.0，因此第一个定义的 X1 值必须等于 0.0（它可以对应任意的 T1 概率，包括零），最后一个定义的 Xn 值必须为 1.0。最多可以使用 200 个点来定义 X=0.0 和 X＝1.0 之间的分布。数据点数量超出限制将出现警告。

对于之后定义的所有公差操作数（直到另一个 STAT 指令出现），每项公差的最小和最大公差值将决定该操作数中随机变量 X 的实际范围。例如，如果一个名义值为 100.0 的参数，其公差为-0.0 和+2.0，则这个概率分布将扩展到 100.0 到 102.0 的范围。

当使用文件定义了分布中的数据，文件的扩展名必须为*.UDD，文件必须放置在 Data\Tolerance 目录下（更多信息请参考帮助文件中的“文件夹”一节），并且文件名（包含扩展名）必须在公差数据编辑器中的 STAT 命令的注释栏中输入。这个 STAT 类型必须被设为“3”。

在公差数据编辑器中，用户自定义的概率分布的文件名必须放置在公差操作数 STAT 的注释栏中。

示例分布：

0.0 0.0
0.1 0.5
0.2 1.0
0.3 0.5
0.4 0.0
0.5 0.5
0.8 4.0
1.0 5.0

可以看到，X 的数据值不需要均匀分隔；可以只在概率变化较大的区域内使用更精细的间隔。这个分布有两个波峰，较高的波峰向分布的最大值一侧倾斜。

用户自定义统计分布是非常灵活的，可以被用来模拟任意的概率分布，包括倾斜的、多峰的或使用测量所得的统计概率数据。在同一个公差分析中可以定义和使用多个分布。

有关蒙特卡罗分析方法的讨论

需要注意的是，从正态分布到均匀分布再到抛物线分布，将逐渐产生更加悲观的分析结果，因此计算所得的公差也更加保守。

在每个蒙特卡罗循环中，补偿器都将被调整，并将该评价标准值和补偿器的值打印在报告中。在所有蒙特卡罗分析完成之后将提供统计结果的综述。

蒙特卡罗分析的镜头的性能同时考虑了所有的公差产生的影响。灵敏度分析主要用来确认最坏的公差来源，蒙特卡罗分析可估算出达到公差指标的符合实际加工环境的系统性能。所提供的统计结果综述对于批量生产的镜头系统来说非常有用。对于只生产几支的镜头组来说，由于采样不足，因此不会遵循这些统计结果。然而，蒙特卡罗分析的结果仍然是非常有用的，因为它给出了单个镜头符合指定要求的可能性。

蒙特卡罗分析的嵌套规则

当执行蒙特卡罗分析时，将同时考虑所有的公差。如果不遵循一些规则，用于定义元件的倾斜和偏心的操作数可能产生冲突或者定义模糊。

如 TEDX、TEDY、TETX 和 TETY 这类公差要求 OpticStudio 在表面组的前面和后面插入坐标间断面，然后将整个表面组作为一个整体进行倾斜或偏心。由第一个坐标间断面产生的倾斜或者偏心必须由第二个坐标间断面来“抵消”。只有当第一个和第二个坐标间断面的顶点在 3D 空间位置相同时才可以实现。OpticStudio 使用跟随求解和位置求解来保证这一条件。

然而当多个公差操作数指定的表面范围发生重叠时，这个方法将失效。例如，如果在表面 3-8 上有设置有操作数 TETX，在表面 5-12 上设置有操作数 TETX，则表面 5-12 组的第一个倾斜的坐标间断面将改变表面 5-8 的位置，第一个表面组的第二个坐标间断面将被移动。在这种情况下，OpticStudio 不能保证坐标间断面能够像预想的一样工作。实际上，重叠的坐标间断面没有一个统一的解释，因此要想模拟一个没有物理解释的光学系统中是很困难的。

然而公差可以进行嵌套定义，因为嵌套意味着对于元件的倾斜和偏心有一个明确的次序。例如，在表面 5-12 上的操作数 TETX 之后面，跟着表面 5-9 上的操作数 TETX 和在表面 10-12 上的操作数 TETX 是很符合实际情况的。该次序可以模拟一个由多个元件组装在一起的装配体的倾斜，其中每个元件在装配中都可以定义单独的倾斜。

嵌套规则如下：

1) 所有元件的倾斜和偏心公差必须被嵌套。

2) 在每个嵌套组中最外侧的一对表面必须第一个定义。

这是一组有效的操作数：

TETX 5 12
TETX 5 10
TETX 11 12

这是一组无效的操作数：

TETX 5 12
TETX 9 15
TETX 5 15

其中，第二个操作数是无效的，因为它与第一个操作数定义的表面部分产生了重叠（违反了规则 1）。第三个操作数也是无效的，虽然它与操作数 1 相嵌套，但它是两个操作数的最外面的范围（违反了规则 2）。因此，第二个操作数必须被修改或删除，而第三个操作数可以被放在第一个操作数的前面来构成一组符合嵌套规则的操作数列表：

TETX 5 15
TETX 5 12

可以看到，尽管一个操作数与前面的操作数共用一个或者两个表面边界表面，但它仍被认为是嵌套的，因此 TETX 5-15 之后面可以紧跟另一个 TETX 5-15 或者 TETX 5-12 或者 TETX 13-15，但不能跟随 TETX 4-13。

使用公差脚本

该功能只在 OpticStudio 的专业版和旗舰版中提供。

公差脚本概述

公差脚本是类似于宏的命令文件，它用于定义镜头进行公差分析时的评估过程。脚本也可以模拟一个镜头复杂的校准和评估过程。通过脚本可以实现以下功能对扰动的镜头进行评估：

-添加或移除补偿器。

-载入新的评价函数。

-使用任意评价函数优化所定义的补偿器。

-监控和报告 OpticStudio 可通过评价函数计算的任何值（实际上包含 OpticStudio 可计算的任何值，因为评价函数可能调用 ZPL 宏）。也可以计算其它数据，例如 Zernike 系数

-将数据保存为文本或二进制文件，以供后续分析使用。

-将处于任意分析阶段的镜头保存为 ZMX 文件。

脚本可以实现多种操作的组合；因此可以定义多组评价函数和补偿器。在进行公差分析计算时脚本会被多次执行，包括：

-当需要计算名义数据时执行一次。

-在灵敏度分析中，对每个公差操作数执行两次（一次用于最小公差，另一次用于最大公差）。

-在反灵敏度分析中，每个公差操作数将执行多次（反灵敏度分析需要进行迭代计算）。

-对每个生成的蒙特卡罗镜头执行一次。

公差脚本文件必须是扩展名为 TSC 的文本文件，并且位于 <data>\Tolerance 文件夹中（详细信息请参考帮助文件中的“文件夹”一节）。

使用公差脚本时，不会强制控制补偿器的最小和最大边界值；更多信息请参考帮助文件中“关于补偿器最小值和最大值的通用解释”一节。如果脚本中定义了任意补偿器，则公差数据编辑器中不允许使用任何补偿器。

公差脚本命令

公差脚本命令的定义和描述如下文所述。

!

用途：在脚本中添加注释。

语法：!A comment line!

讨论：

符号“!”用于定义脚本中的注释，在执行脚本时将被忽略。

CEDV

用途：定义新的附加数据值作为补偿器。

语法：CEDV surf param

讨论：

CEDV 定义了一个新的附加数据作为补偿器。 “surf” 的值为原始镜头文件中的表面编号。如果通过造公差分析插入了坐标间断面或其它虚拟面， OpticStudio 会自动更新表面的编号。“param” 的值对应于表面的附加数据编号。

CLEARCOMP

用途：移除所有当前的补偿器。

语法：CLEARCOMP

讨论：

CLEARCOMP 用于移除所有当前的补偿器。在调用 OPTI-MIZE 或 OPTIMIZE-OD 前必须定义新的补偿器。

CLOSEFILE

用途：关闭当前的输出文件。

语法：CLOSEFILE

讨论：

CLOSEFILE 用于关闭当前的输出文件，而且在执行下一条 OPENFILE 命令前，不会再向输出文件写入更多数据。请参考下文中的 OPENFILE。

CMCO

用途：定义新的多重结构操作数作为补偿器。

语法：CMCO operand config

讨论：

CMCO 用于定义新的多重结构操作数作为补偿器。 “operand” 的值为原始镜头文件中的操作数（行）编号。“config”的值对应于结构编号。

CNPA

用途：定义新的非序列参数作为补偿器。

语法：CNPA object parameter surface

讨论：

CNPA 用于定义新的非序列参数作为补偿器。 “object” 的值为原始镜头文件中的物体编号。“parameter”的值对应于参数编号。“surface ”的值为 NSC 组的表面编号，非序列模式下使用 1。

CNPS

用途：定义新的非序列位置作为补偿

语法：CNPS object code surface

讨论：

CNPS 用于定义新的非序列位置作为补偿器。“object”的值为原始镜头文件中的物体编号。“code”的值是 1-6，分别表示 x、y、z 位置和 x、y、z 倾斜。“surface” 为 NSC 组的表面编号，非序列模式下使用 1。

COMP

用途：定义新的补偿器。

语法：COMP surf code

讨论：

COMP 用于定义新的补偿器。“surf”的值为原始镜头文件中的表面编号。如果通过造公差分析插入了坐标间断面或其它虚拟面， OpticStudio 会自动更新表面的编号。“code”的值是 0、1、2，分别表示厚度、曲率和圆锥系数。

CPAR

用途：定义新的参数作为补偿器。

语法：CPAR surf param

讨论：CPAR 用于定义新的参数作为补偿器。“surf”的值为原始镜头文件中的表面编号。如果通过造公差分析插入了坐标间断面或其它虚拟面， OpticStudio 会自动更新表面的编号。“param”的值对应于表面的参数编号。

FORMAT

用途：指定后续 REPORT 语句中数值的格式精度。

语法： FORMAT m.n [EXP]

讨论：整数 m 和 n 由小数点分隔。m 值用于指定要打印的字符总数，即使其中某些字符可能为空格。n 值用于指定在小数点后显示的位数。因此，FORMAT 8.4 会使后续的 REPORT 语句打印 8 位字符，小数点后有 4 位小数位数。FORMAT .5 则会使 REPORT 显示 5 位小数位数，总位数则根据需要进行显示。FORMAT 仅影响 REPORT 的数字输出。如果数字过大，不适合使用 m 位小数位数，则 FORMAT 语句的 m 部分会被忽略。m.n 表达式之后的可选关键字 EXP 表示使用的指数计数法。默认的格式为 16.8 EXP。

示例：

FORMAT 18.9 EXP

GETMERIT

用途：计算当前评价函数。

语法： GETMERIT

讨论：

如果尚未计算评价函数，则应先使用 GETMERIT，然后再使用其他 REPORT 命令。LOADMERIT、OPTIMIZE 和 OPTIMIZE-OD 也会更新当前的评价函数。

HEADER

用途：在输出文件的开头处打印文本标题。标题可用于标明后续数据所属的公差操作数或蒙特卡罗文件。

语法：HEADER "text"

讨论：

在 TXT 模式中使用 OPENFILE 时，使用 HEADER 命令会在输出文件中添加一行文本行。HEADER 命令会输出用户提供的文本字符串，并接在正在计算的公差操作数编号（灵敏度分析期间）或正在执行蒙特卡罗分析的文件编号之后，或者标明正在评估名义性能指标。灵敏度分析会先完成最小值的计算，然后再完成最大值的计算。

LOADMERIT

用途：加载新的评价函数用于公差分析的评价标准。

语法：

```
LOADMERIT filename.mf
LOADMERIT "C:\SOMEPATH\SOME MERIT FILE NAME.MF"
```

讨论：

如果没有指定任何路径，那么评价函数文件必须保存在 <data>\MeritFunction 文件夹中（详细信息请参考帮助系统中的“文件夹”一节）。文件应采用正确的文件格式，可使用评价函数编辑器工具栏中的保存选项，或者使用完整的 ZMX 文件但在任何情况下都只读取和加载文件中的评价函数部分。

当加载完评价函数时，它会替换任何现有的评价函数。评价函数中任何参考了表面编号的操作数都应该是未更改的原始镜头的表面编号。如果通过造公差分析插入了坐标间断面或其它虚拟面， OpticStudio 会自动更新表面的编号。然后计算新的评价函数。除非执行后续的 GETMERIT、LOADMERIT、OPTIMIZE 或 OPTIMIZE-OD 命令，那么得到的评价函数值将返回给公差分析程序作为评价标准值。

NOMINAL

用途：对名义性能的评价方法进行一些控制。

语法：NOMINAL keyword

讨论：

NOMINAL 脚本命令仅用于脚本计算名义性能时进行一些控制。支持的关键字是：

OPT_OFF：关闭补偿器优化。所有后续的 OPTIMIZE 或 OPTIMIZE-OD 命令将被忽略。

OPT_ON：开启补偿器优化。所有后续的 OPTIMIZE 或 OPTIMIZE-OD 命令将被执行。

NOMINAL命令只有在计算系统的名义性能时执行，在分析单独公差项时不会执行。

OPENFILE

用途：打开文本或二进制文件，用于之后使用 REPORT 输出数据。

语法：OPENFILE "FILENAME" mode

讨论：

FILENAME 可以是任何有效的文件名，包括完整的路径和扩展名，例如“C:\DATA\My File.DAT”。二进制文件或文本文件的模式参数分别为 BIN 或 TXT。第一次运行脚本进行公差分析时，OPENFILE 会打开一个新的数据文件。之后每次调用脚本时都会将数据附加到同一个文件中。

每当执行 REPORT 或 HEADER 命令时，都会将数据写入文件。但是，REPORT 命令中不包括文本字符串；REPORT 命令只会将数值数据打印到公差输出文件中。如果模式为 TXT，那么文件是文本文件，每个 REPORT 输出的数值数据将写入文件的不同行中。如果模式为 BIN，则会将每个数值以 64 位双精度格式写入。

由于每次调用脚本时都会写入数据，所以文件中的数据量取决于执行的公差操作数的数量以及蒙特卡罗的运行圈数。第一次调用脚本是用于计算名义评价标准，然后是灵敏度分析，接下来是蒙特卡罗分析。OPENFILE 命令不应该在反灵敏度分析时使用，因为反灵敏度分析时的迭代计算会多次调用脚本，而且无法确定数据与操作数的对应关系。

脚本执行完毕后会自动关闭文件。可以在同一个脚本文件中使用多个 OPENFILE 命令，以将数据写入不同文件。另请参阅考 CLOSEFILE。

OPTIMIZE

用途：使用当前评价函数和补偿器优化系统。

语法：OPTIMIZE n

讨论：

OPTIMIZE 调用阻尼最小二乘法优化器，并且执行“n”次优化循环。如果 n 为零或被忽略，则优化器将自动执行优化，并在收敛时终止运行。

OPTIMIZE-OD

用途：使用当前评价函数和补偿器优化系统

语法：OPTIMIZE-OD n

讨论：

OPTIMIZE-OD 调用正交下降法优化器，并且执行“n”次优化循环。如果 n 为零或被忽略，则优化器将自动执行优化，并在收敛时终止运行。

PERTURB

用途：随机扰动镜头中的参数。

语法：

```
PERTURB type int1 int2 int3 stat nstd min max
```

讨论：

PERTURB 用于随机更改镜头中的数值参数。整数参数类型必须是 0、1、2、3、4 和 5，其中 0 表示表面数据、1 表示参数数据、2 表示附加数据、3 表示多重结构数据、4 表示非序列元件位置数据，5 表示非序列参数数据。PERTURB 命令引入扰动的参数类型如下描述。

Type = 0，表面数据：int1 是表面编号，int2 的值是 0、1、2 和 3，其中 0 表示厚度、1 表示半径、2 表示圆锥系数、3 表示半直径。int3 的值必须设为零。

Type = 1，参数数据：int1 是表面编号，int2 是参数编号，int3 必须设为零。

Type = 2，附加数据：int1 是表面编号，int2 是参数编号，int3 必须设为零。

Type = 3，多重结构数据：int1 是结构编号，int2 是操作数编号，int3 必须设为零。

Type = 4，NSC 位置数据：int1 是表面编号，int2 是物体编号，int3 的值必须是 1、2、3、4、5、6，分别表示 x、y、z 位置和 x 、y 、 z 倾斜。

Type = 5，NSC 参数数据：int1 是表面编号，int2 是物体编号，int3 是参数编号。

stat 整数用来表示所要使用的统计模型：0、1、2 分别表示正态（高斯）分布、均匀分布、抛物线分布。目前只支持这 3 种分布。nstd 为浮点值，用来表示从分布中心到任一边缘的标准偏差的数量。较小的 nstd 值（小于 1.0）产生的分布接近均匀分布。较大的 nstd 值会产生抖动剧烈的中心峰值分布，大多数随机生成的值都会聚集到靠近范围中心的位置。只有正态分布使用 nstd 值，但是使用其它 stat 类型时，必须将该值设为零。

min 和 max 用来表示所要选择的随机值的范围。

例如，需要随机扰动表面 6 的厚度，扰动范围为 -0 到 +1，使用包含正/负 3 个标准差的正态分布，其使用语法如下：

```
PERTURB 0 6 0 0 0 3.0 0.0 1.0
```

得到的随机值会介于 0.0 到 1.0 之间，由于标准差的数量适中因此扰动结果更接近 0.5。随后会将这个随机值添加到当前表面 6 的厚度值中。需要注意的是，PERTURB 命令 可用于所有值，无论它们是否为补偿器。如果需要对多重结构操作数控制的值添加扰动，可直接使用 Type 3 对操作数进行扰动，而不是扰动受多重结构操作数控制的参数。

计算名义评价标准时会忽略 PERTURB 命令。

QUIET

用途：控制是否将使用 REPORT 发送到文件的数据也发送到公差分析输出窗口。

语法：

```
QUIET ON
QUIET OFF
```

讨论：

QUIET 的默认设置是 OFF。如果将 QUIET 设为 OFF，则所有 REPORT 命令都将发送到公差分析窗口。如果 将 QUIET 设为 ON，那么不会将 REPORT 命令发送到公差分析窗口。但是仍会将所有输出的数据发送到使用 OUTPUTFILE 打开的文件中。

REPORT

用途：将数值或文本数据发送到输出文件。

语法：

```
REPORT "text" operand
REPORT "text" SZERNIKE term field wave sampling maxorder
REPORT “text” -1
REPORT_NB (see discussion under syntax 4 below)
```

讨论：

可通过不同方法来使用 REPORT 或 REPORT_NB 命令：

语法 1：REPORT 会在公差输出窗口中打印任何用户自定义的文本以及当前加载的评价函数中任意操作数的值。“operand”的值为整数，对应于要打印的操作数编号（行）（需要注意的是，评价函数中可以计算任何值，而且如果不需要优化，则可以将该值的权重设为零，并且仍然可用于输出）。如果“operand”的值为零，那么会打印整个评价函数的值。数值的格式可通过 FORMAT 命令进行设置。

语法 2：当在 REPORT 命令后接文本字符串，然后再接关键字 SZERNIKE 时，该命令可用于计算和输出 Zernike Standard 系数（详细信息请参考帮助文件中的“Zernike Standard 系数”一节）。如果项数“term”为零，那么会将视场“field”、波长“wave”、采样“sampling”和最高阶“maxorder”的值将用于计算 Zernike 系数。随后会将计算的值保存在缓存中，且不会输出任何数据。如果项数介于 1 和上一次调用 SZERNIKE 时使用的“maxorder”之间时，则会输出该 Zernike 项数。示例语法如下：

```
REPORT "Compute Only!"SZERNIKE 0 1 1 1 4
REPORT "Zernike 1 = " SZERNIKE 1
REPORT "Zernike 2 = " SZERNIKE 2
REPORT "Zernike 3 = " SZERNIKE 3
REPORT "Zernike 4 = " SZERNIKE 4
```

需要注意的是，只有项数为零时为会实际计算 Zernike 的系数值；之后的每次调用都会从所计算的 Zernike 系数中取回相应的值。

语法 3：当 REPORT 命令后跟随包含在引号中的文本字符串以及整数-1 时，该命令可用于打印任何文本字符串（如果字符串为空，则打印空白行）。

语法 4：如果使用 REPORT_NB 命令而不是 REPORT 命令时，该命令不会在行的末尾处打印任何换行，因此多个数据可以显示在同一行中。最后一个输出的数据应该使用 REPORT 命令而不是 REPORT_NB 命令，以便正确终止当前行，否则最后一个 REPORT_NB 值将位于蒙特卡罗运行结束时。其余支持的参数如语法 1、2 和 3 中所述。

另请参考“HEADER”和“QUIET”，以及“OPENFILE”。

SAVE

用途：保存当前使用的镜头文件。

语法：SAVE n

讨论：

SAVE 会将当前镜头文件保存在 ZMX 文件中，文件名为 TSAVnnnn.ZMX，其中 nnnn 是用四位整数来表示的“n”的值。例如，如果“n”的值为 6，则文件会保存为 TSAV0006.ZMX。

UPDATE

用途：更新当前镜头。

语法：更新当前镜头。在 PERTURB 命令之后使用。

公差脚本示例

作为示例，假设光学系统由多个镜片元件组装而成。系统校准和评估过程中的一部分如下所述：

对元件 2 进行偏心，直到轴向测试光束位于像面中心。

元件 4 沿着轴向偏移，直到实现适当的放大率。

最后，调整后焦点位置，使轴上 MTF 最大。

接下来测量并记录畸变。

在 5 个视场点处计算 MTF。

假设使用对元件 2 的偏心使用现有的坐标间断面表面 3 的参数 1 和 2，元件 4 的厚度为 10，后焦点的厚度为 15。此外，假设在 CENTER.MF 中定义以轴上光线位于像面中心为评价标准的评价函数，放大率执行的评价函数为 MAGNIFY.MF，MTF 评价函数为 MTF.MF，用于评估的评价函数为 EVALUATION.MF。则相应脚本的如下所示：

```
! clear any existing compensators for a clean start
CLEARCOMP
! load the centering merit function
LOADMERIT CENTER.MF
! define the two compensators to decenter element 2
CPAR 3 1
CPAR 3 2
! optimize 4 cycles
OPTIMIZE 4
! clear the decenters, load the magnification merit, and adjust thickness 10
CLEARCOMP
LOADMERIT MAGNIFY.MF
COMP 10 0
OPTIMIZE 4
! now load the MTF merit function, and adjust back focus
CLEARCOMP
LOADMERIT MTF.MF
COMP 15 0
OPTIMIZE 4
! load the evaluation merit function, report the distortion and 5 MTF values
! these should be the first 6 operands in EVALUATION.MF.
CLEARCOMP
LOADMERIT EVALUATION.MF
REPORT "Distortion     = " 1
REPORT "MTF at field 1 = " 2
REPORT "MTF at field 2 = " 3
REPORT "MTF at field 3 = " 4
REPORT "MTF at field 4 = " 5
REPORT "MTF at field 5 = " 6
```

在脚本结束时，从上一条 LOADMERIT 或 OPTIMIZE 命令得到的整个评价函数值会作为评价标准的值返回，OpticStudio 会输出并使用这个值。

对多重结构（变焦）镜头进行公差分析

公差分析可以对所有或任意特定的多重结构镜头执行公差分析。从“结构”下拉菜单中选择所需的结构。当使用反向公差时，连续的公差分析会对每个结构中的每项公差计算所需的最高精度，该精度的公差最终会共同应用到所有结构中。

在某些情况下，对于由多重结构操作数控制的表面，OpticStudio 无法正确地执行公差。例如，存在公差操作数 TEDX 3 4 来定义元件的偏心，同时该表面的半径和厚度还由多重结构编辑器中的热扰动操作数控制。在这种情况下，OpticStudio 会报告错误消息。解决这一问题方法是在元件的前后添加新的虚拟面来分开考虑这两个因素的影响。在实际镜头表面（插入虚拟面后的表面编号为 4 和 5）的前后添加新的虚拟面（表面编号为 3 和 6）。现在可以使用 TEDX 3 6 来定义元件的偏心，同时使用表面 4 和 5 添加热扰动多重结构操作数。

对包含求解的系统进行公差分析

通常情况下，在对镜头进行公差分析之前需要删除所有基于光线的求解类型。对于包含倾斜或偏心元件的光学系统来说，基于光线的求解（例如边缘光线高度求解）不再有任何意义。即使系统最初是旋转对称，但是大多数公差命令（例如 TETX 和 TETY）会强制将系统转换为非旋转对称系统。曲率求解（例如 F/# 求解）会在公差分析时动态的改变表面的曲率，在实际系统中则不会表现出这样的变化。

有些情况需要使用到拾取求解类型，因此不能将其删除。例如，如果镜头是在双通系统中使用的，而且一个元件的倾斜意味着后续元件的倾斜，则第二个元件的拾取求解可用于拾取第一个元件的倾斜。这种情况下，需要使用公差操作数 TUTX 和 TUTY。

排除公差结果中的问题

请参考公差操作数“SAVE”。

如果任何计算的公差数据的值显示“Infinity”，则表示无法对该指定公差的评价标准值进行评估。通常情况下，无法评估评价标准值的原因为出现了光线发生全内反射的情况。如果任意公差的值出现“infinity”时，则灵敏度分析的统计数据没有实际意义。其中一种解决方法是先减少两个或者更多的公差项，然后再进行重复分析。

优化公差灵敏度（公差概述）

光学设计中有多种因素会对公差灵敏度产生影响，其中包括光线在表面上的入射角、像差的平衡以及潜在的制造缺陷等。多个缺陷之间的相互作用会使对公差进行精确预测变成为一个很困难的统计问题。

请参考“优化公差灵敏度（优化概述）”。

公差分析的潜在问题

使用 TETX 和 TETY 之类的倾斜公差时，可能会出现光线不遵循物理规则进行传播的错误。如果两个元件之间存在很小的空气空间或使用虚拟面进行分隔，那么默认公差会独立地考虑每个元件的倾斜。此时如果元件间距很小，则有可能会造成某个元件发生倾斜时与其它元件发生“碰撞”。这种情况不会在现实中出现，但是当倾斜量比较少时公差分析的结果仍然可以很好的评估系统的性能。

如果公差分析报告中的名义评价标准值与预计的值不同，则需要检查镜头文件中的光线瞄准功能（有关光线瞄准的详细信息请参考帮助文件中的“光线瞄准”一节）是否被“关闭”。如果属于这种情况，则尝试“开启”光线瞄准，然后重新优化。通常情况下，如果是否启用光线瞄准功能会对名义值产生很大影响，那么应该开启光线瞄准功能。

总结（公差概述）

公差分析的流程非常灵活，而且功能强大。OpticStudio 在计算公差时不会使用任何近似计算、外推法或估计值。因此，对于常规系统和复杂系统来说都可以生成有效的分析结果。需要明确的是，公差分析是一个复杂的过程，OpticStudio 用于控制镜头数据的算法并非永远是正确的。因此，设计人员需要时刻验证程序计算的结果合理性。

数据库选项卡（The Libraries Tab）

数据库选项卡 (The Libraries Tab)
此选项卡用于访问 OpticStudio 内各个数据库及其相关工具。

序列模式

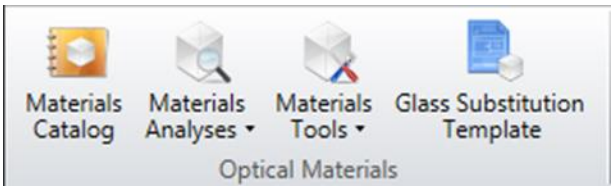


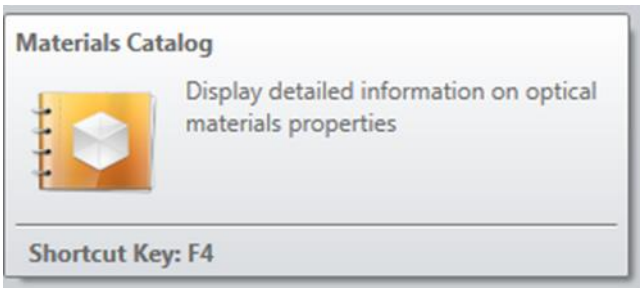
非序列模式

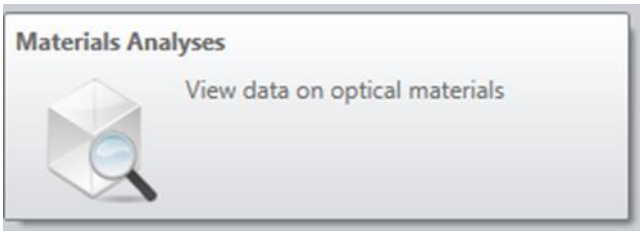


光学材料组 (Optical Materials Group)

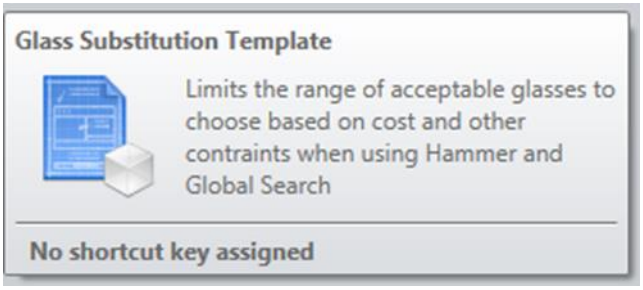
如下为光学材料工具





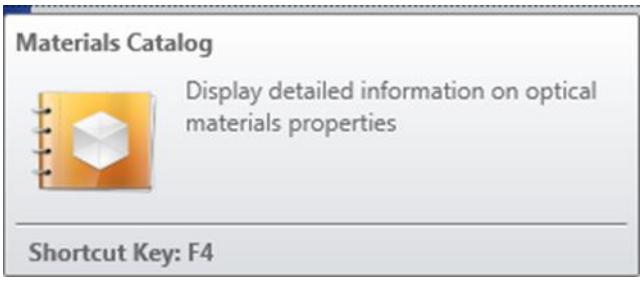




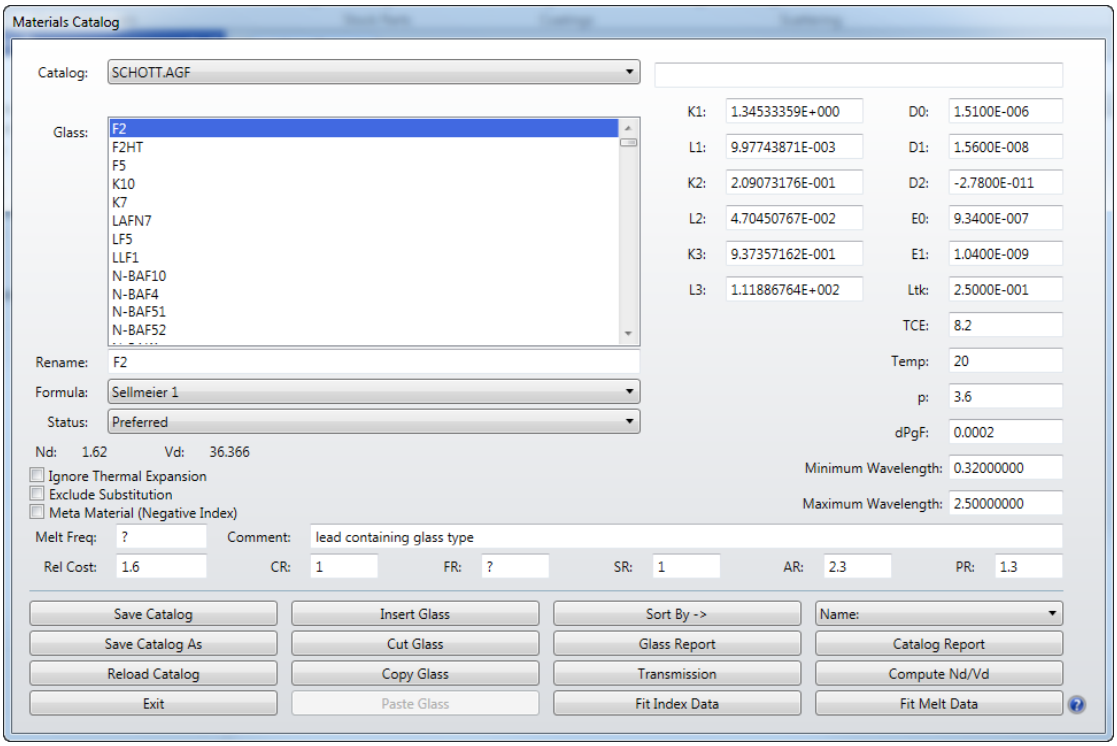


材料库 (Material Catalog)





可用于访问材料库，获取材料信息



使用材料库 (Using Material Catalogs)

折射表面和固体的折射率在 OpticStudio 中可通过多种不同方式定义。这一节的大部分内容与定义在材料库中的色散数据相关。关于定义折射率的其他方法，请参阅参考文件中后面部分“定义色散数据的其他方法 (Alternate methods of defining dispersion data) ”的章节。OpticStudio 将会提供一些标准库，同时用户也可进行自定义库的创建。

OpticStudio 根据材料库中输入的公式及系数来计算折射率。当用户在 LDE 的材料列指定一种材料名称，例如 BK7，OpticStudio 将会在当前已经加载好的所有材料库中搜寻此材料材料。如果此材料材料被找到，OpticStudio 将会使用此种材料材料在库中的系数及其相应公式，继而在每个定义的波长上计算折射率。

值得注意的是，OpticStudio 中所有的材料库都默认通过色散公式计算得到的折射率，是针对相对波长的函数计算得到的相对折射率。相对条件是指相对于 1.0 大气压的空气和材料库中定义的参考温度。

关于 OpticStudio 如何考虑温度、压强以及空气折射率的更多详情，请参阅“折射率的计算 (Index of refraction computation) ”。

OpticStudio 假设通过色散公式计算的折射率，是针对相对波长的函数计算得到的相对折射率。

这种方法可能看起来比直接输入折射率要复杂的多，但其有很多有点。比如，公式计算得到的数据通常比用户输入的数据更加精确。材料库里的数据也将更加便于使用，只需要用户提供材料名称即可。在设计的材料选取阶段中，这是一个明显的优点。此外，任意波长都可以被使用，即使在此波长上没有明确的折射率数据被定义。此方法主要的缺点是系数必须计算得到，即便系数在材料库中很容易得到或用户很容易手算得到。如果用户拥有某些材料库内没有的材料的折射率，或者用户觉得自己的数据优于材料库中的数据，OpticStudio 将会为用户自动计算系数。请参阅参考文件后续的“拟合折射率数据 (Fitting index data) ”。

指定要使用的材料库 (Specifying Which Glass Catalog to Use)

这一节详述了如何载入、编辑以及管理材料库。要指定使用特定材料库，可在系统选项 (System Explorer) 下的材料库 (Material Catalog) 中定义。默认情况下，SCHOTT 是在当前材料库 (Catalogs to Use) 菜单中唯一列出的材料库，但是可以在同一时间指定使用多种材料库。所有其它可用的材料库在可用材料库 (Catalogs Available) 菜单中列出，并且可通过箭头按钮在当前材料库 (Catalogs to Use) 中添加和移除材料库。

所有列出的材料库必须位于 Glass Folder 文件夹中（参阅文件夹 (Folders) ）。之所以材料库的名称在屏幕上被指定，是因为材料库选择是对于每一镜头文件分别保存的。如果用户保存了当前镜头，并且在随后重新载入了这个透镜，则仅仅只自动载入相应保存的材料库。

编辑并查看材料库 (Editing & Reviewing Glass Catalog)

选择在数据库 (Libraries) 选项卡中的材料库 (Materials Catalog) 来编辑和查看现有材料库中的数据。可选择在对话框中下拉列表中列出的库名称。正如下方章节描述，一旦选中某个库，用户可以在该库中插入、剪切、拷贝、粘贴或修改数据。用户可以保存新修改的库为原名称或者新名称。当用户在编辑 OpticStudio 提供的材料库时，务必使用将材料库另存为 (Save Catalog As) 按钮来保存修改的数据为新名称库。这一点很重要，因为 OpticStudio 未来发布的版本可能会包含一些更新过的材料库，这些材料库将会覆盖存在的材料库。因此，若不另存，在此材料库上进行修改的数据届时将丢失。

要在材料库中编辑大量的数据、创建一个广泛的自定义库或者要转换另一格式的数据为 OpticStudio 支持的格式，直接编辑材料库文件可能会更容易。关于文件格式的信息请参阅后续参考 AGF 和 BGF 文件格式 (The AGF and BGF file formats) 。

当编辑材料库的时候一定要十分小心！如果材料库的数据被错误地修改将会导致错误的光线追迹。

材料库数据说明 (Description of Catalog Data)

材料库对话框展示了每一个材料的数据。在下方说明了各数据字段含义。

材料库数据字段 (Glass Catalog Data Fields)

项目 (Item)
描述

分类 (Type)
用于指定要显示的.AGF 格式库。库名称右边的标注字符串可被用来描述库。

材料 (Glass)
用于指定库中所要显示数据的材料。

重命名 (Rename)
在材料需要赋予不同名称的情况下，当前选中材料的名称可以在此处进行修改。

公式 (Formula)
每一种材料的色散都通过公式进行描述。该控件可选择要使用的公式。如果该设置被更改，除非输入了合适的系数，否则色散数据将变为无效。请参阅后续参考文件材料色散公式 (The glass dispersion formulas) 。

状态 (Status)
状态表明了材料的可用性。可用的设置有标准、首选、废弃、特殊和熔融。状态值一般由生产厂商指定。标准状态的材料通常是可以购买的。首选状态的材料通常是反复熔融的材料，并且更符合需求。废弃状态的材料不再生产，但依然可用。特殊状态的材料是一种通用类别，用来表明此材料不属于其它种类。熔融状态的材料是 OpticStudio 的一种标志，用来表明此种材料通过熔融拟合功能在库中被创建，可参阅后续拟合熔融数据 (Fitting melt data)。状态的分类可能在生产厂商之间出现不同，又是生产厂商将把可用材料的状态在 AGF 文件的抬头中展示。

折射率 Nd
d 光（波长 0.587 微米）折射率。OpticStudio 在计算折射率的时候不使用该值。它仅单独显示，方便参考。一些材料在 0.587 波段区域不具有好的透过率，该条目对这些材料可能无意义。

阿贝数 Vd
d 光阿贝数的值。OpticStudio 在计算折射率的时候不使用该。它仅单独显示，方便参考。

忽略热膨胀 (Ignore Thermal Expansion)

这个选项可通过在镜头数据编辑器中直接指定热膨胀系数（而不是在材料库中指定），对非固体材料进行精确的热建模，比如气体和液体。只考虑边缘影响，曲率半径和其它热拾取求解都将使用相邻材料的 TCE，而不是气体或液体本身的 TCE。

排除替换 (Exclude Substitution)

如果选中，在全局优化、从模型材料转换为实际材料的过程中将不选择此材料，也不会通过操作数 RGLA 考虑此材料。

复合材料（负折射率）(Meta Material (Negative Index))

如果选中，那么色散公式将会被用来计算折射率的绝对值，但是符号将被改变得到负折射率。因此复合材料就是指具有负折射率的材料。

K1, L1… A0, A1…, A, B, C, 等

对话框中心列的前八行显示色散系数数据。这些系数的名称根据材料公式而变化。

TCE

TCE 值是热膨胀系数。这是一个无量纲参数。显示或输入的值都需要乘上 1e-6 来得到实际值。

当前 OpticStudio 对线性热膨胀建模所用的 TCE 值与所用的温度范围无关。材料生产厂商提供的材料库 TCE 值通常针对的温度范围为-30~+70℃，但 OpticStudio 将会对任意温度范围使用该 TCE 值。

温度 (Temp)

参考温度的单位是摄氏度，这是相对波长和折射率所参照的空气温度。它通常是数据被测量时候的材料温度，但并不总是这样。

请参阅定义温度与压强 (Defining temperature and pressure) 。

D0, D1, D2, D3, E0, E1, 等

这些是热分析模型使用的热系数

参阅折射率的计算 (Index of refraction computation) 。

P

p 是单位为克每立方厘米的材料密度

DPgF

该值是相对部分色散与法线的偏移值

最小、最大波长 (Min, Max Wavelength)

色散公式返回有效折射率数据的最小和最大波长，以微米为单位。

熔融频率 (Melt Frequency)

这个整数值表明了与生产厂商熔融材料的相对频率。1 表示材料非常频繁的被熔融，2 表示较不频繁，如此。上升数值到 5 表明一个材料非常不频繁的被熔融。

注释 (Comment)

对于各种材料，作为一个可选的注释选项。

相对成本 (Relative Cost)

这个数字是用来说明材料相对于 BK7 材料的大致相对成本。例如，3.5 就表明这个材料的成本每磅是 BK7 的 3.5 倍。这个数字只用来做一个粗略的指导。精确的材料成本将会根据购买材料的质量、数量、式样以及其可获得性而改变。要获得更多信息，请联系材料生产厂商。

CR, FR, SR, AR, PR

这些材料代码用来说明材料在不同环境影响下的耐受性程度。这些代码如下：CR，气候耐受性；FR，锈蚀耐受性；SR，酸耐受性；AR，碱耐受性；PR，磷酸盐耐受性。一般来说，数字越小，那么材料耐受性就越好。如果值是 -1 或者是符号“？”键入或显示，则说明没有数据可用。对于这些代码的详尽叙述以及对它们进行测量时的测量条件，请联系材料生产厂商。

创建新库 (Creating New Catalog)

要创建新库，点击将材料库另存为 (Save Catalog As) 并且指定一个新的名称。新库建立完成之后，任何不需要的数据都可以使用剪切材料 (Cut Glass) 选项移除。

注意：OpticStudio 不允许在材料名称中或材料库名称中出现空格。

复制或移动材料库文件 (Copying or Moving Glass Catalog Files)

要拷贝或者移动某个材料库文件，只拷贝或者移动以 AGF 扩展名结尾的文件即可。当 OpticStudio 读取以 AGF 为扩展名的材料库， OpticStudio 将会创建一个同样名称且以 BGF 为扩展名的文件。例如，OpticStudio 将会读取文件 SCHOTT.AGF 并且创建一个名为 SCHOTT.BGF 的文件。BGF 版本存储的数据同 AGF 版本存储的数据相同，但 AGF 以文本格式存储，而 BGF 以二进制格式存储。OpticStudio 随后将读取材料库的 BGF 版本，因为二进制格式读取速度比文本格式读取速度快得多。如果 AGF 文件的日期戳改变，或者 BGF 文件被删除或丢失，再或者 OpticStudio 的版本号改变，OpticStudio 将自动重新创建 BGF 文件。

如果没有对应 AGF 文件， BGF 文件将没有数据。因此，如果必须拷贝、移动或者通过邮件发送材料库到另一个文件夹或位置，拷贝 AGF 文件即可，无需 BGF 文件。无论什么时候，OpticStudio 都将自动重建 BGF 文件。

材料色散公式 (The Glass Dispersion Formulas)

OpticStudio 识别的多个多项式公式中的任何一个都要使用库中的系数。还有一个由六位 MIL 数描述的色散公式，但是这些折射率都是由键入在电子表格中的 MIL 数直接计算而得。 MIL 数公式不是材料库的一部分，因此它将不会出现。请参阅在本参考文件中后续部分的使用 MIL 数材料 (Using MIL number glasses)，其讨论了 MIL 数材料公式。如果你有以下等式之一的形式提供的折射率数据，你可以添加新的材料到当前加载的材料库中。所有等式中 λ 的单位都是微米。

Schott 公式 (The Schott Formula)

色散公式的 Schott 常数如下：

$$n^2 = a_0 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda^{-2} + a_3\lambda^{-4} + a_4\lambda^{-6} + a_5\lambda^{-8}.$$

其所要求的系数在大多数生产厂商的材料库中都可找到。Schott 公司不再使用此公式，但它被其他材料生产厂商广泛使用。请在本参考文件中后续参阅扩展公式 (Extended formula) 。

Sellmeier 1 公式 (The Sellmeier 1 Formula)

Sellmeier 1 公式如下：

$$n^2 - 1 = \frac{K_1\lambda^2}{\lambda^2 - L_1} + \frac{K_2\lambda^2}{\lambda^2 - L_2} + \frac{K_3\lambda^2}{\lambda^2 - L_3}.$$

可键入所有三个项的系数来描述材料，也可只使用部分项。同理于 Sellmeier 3 和 Sellmeier 5 公式。

Sellmeier 2 公式 (The Sellmeier 2 Formula)

Sellmeier 2 公式如下：

$$n^2 - 1 = A + \frac{B_1\lambda^2}{\lambda^2 - \lambda_1^2} + \frac{B_2}{\lambda^2 - \lambda_2^2}.$$

只使用了两项，在第二项中的计数中不存在波长相关性，并且存在一个常数项。

Sellmeier 3 公式 (The Sellmeier 3 Formula)

$$n^2 - 1 = \frac{K_1\lambda^2}{\lambda^2 - L_1} + \frac{K_2\lambda^2}{\lambda^2 - L_2} + \frac{K_3\lambda^2}{\lambda^2 - L_3} + \frac{K_4\lambda^2}{\lambda^2 - L_4}.$$

Sellmeier 3 公式类似于 Sellmeier 1 公式，只是额外添加了一项。

Sellmeier 4 公式 (The Sellmeier 4 Formula)

Sellmeier 4 公式如下：

$$n^2 = A + \frac{B\lambda^2}{\lambda^2 - C} + \frac{D\lambda^2}{\lambda^2 - E}.$$

Sellmeier 5 公式 (The Sellmeier 5 Formula)

$$n^2 - 1 = \frac{K_1\lambda^2}{\lambda^2 - L_1} + \frac{K_2\lambda^2}{\lambda^2 - L_2} + \frac{K_3\lambda^2}{\lambda^2 - L_3} + \frac{K_4\lambda^2}{\lambda^2 - L_4} + \frac{K_5\lambda^2}{\lambda^2 - L_5}.$$

Sellmeier 5 公式类似于 Sellmeier 3 公式，只是额外添加了一项。

Herzberger 公式 (The Herzberger Formula)

Herzberger 表达式如下：

$$\mathrm{n} = \mathrm{A} + \mathrm{BL} + \mathrm{C}L^2 + D\lambda^2 + E\lambda^4 + F\lambda^6,$$

$$\mathrm{L} = \frac{1}{\lambda^2 - 0.028}.$$

Herzberger 公式主要用于红外光谱。

Conrady 公式 (The Conrady Formula)

Conrady 公式如下：

$$\mathrm{n} = n_0 + \frac{A}{\lambda} + \frac{B}{\lambda^{3.5}}.$$

Conrady 公式对于拟合稀疏数据极其有用。例如，如果你只有三对折射率-波长数据，那么在中间波长拟合拥有六项 Schott 公式将会得到无意义的数据。

光学手册 1 公式 (The Handbook of Optics 1 Formula)

光学手册中有两个相似的公式，光学手册 1 公式如下：

$$n^2 = A + \frac{B}{(\lambda^2 - C)} - D\lambda^2,$$

光学手册 2 公式 (The Handbook of Optics 2 Formula)

光学手册 2 公式如下：

$$n^2 = A + \frac{B\lambda^2}{(\lambda^2 - C)} - D\lambda^2.$$

扩展公式 (The Extended Formula)

色散公式的扩展常数如下：

$$n^2 = a_0 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda^{-2} + a_3\lambda^{-4} + a_4\lambda^{-6} + a_5\lambda^{-8} + a_6\lambda^{-10} + a_7\lambda^{-12}.$$

这个公式与 Schott 公式很相似，只多了额外两项。

扩展 2 公式 (The Extended 2 Formula)

色散公式的扩展 2 常数如下：

$$n^2 = a_0 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda^{-2} + a_3\lambda^{-4} + a_4\lambda^{-6} + a_5\lambda^{-8} + a_6\lambda^4 + a_7\lambda^6.$$

这个公式与扩展公式相似，只是最后两项波长上的幂次有所变化。

扩展 3 公式 (The Extended 3 Formula)

色散公式的扩展 3 常数如下：

$$n^2 = a_0 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda^4 + a_3\lambda^{-2} + a_4\lambda^{-4} + a_5\lambda^{-6} + a_6\lambda^{-8} + a_7\lambda^{-10} + a_8\lambda^{-12}$$

这个公式也与扩展公式相似，多了一项，且波长的幂次有所变化。

使用色散公式时的注意事项 (General Comments on Using Dispersion Formulas)

需要注意，一些出版物中使用了相似的公式，但不是上文提到的任何一种。通常需要重新排列公式中的各个项式以得到所需的形式，继而重新计算所需的系数。

对照在众多手册和出版物中列出的有效折射率列表，继而检查系数也是一个很好的想法。使用色散图、列表功能或者分类数据报告（Prescription Data Report，该报告列出了每一个面的折射率数据）。如果它们之间不一致，请仔细检查用户输入的数据，并且检查所使用的公式及其单位是否正确。

拟合折射数据 (Fitting Index Data)

请参考下文“拟合熔融数据”中的讨论。

通常情况下，用户在设计时所需要使用到的材料都已经包含在材料库中了。如果材料库中没有所需的材料，用户可以根据上文中的公式自行输入所需的系数。作为备选方法，OpticStudio 可以为用户计算 Schott, Herzberger, Conrady 或者 Sellmeier 1 色散公式的系数。在显示的材料库的对话框中，点击拟合折射率数据，就会出现拟合折射率数据对话框。如需更完善的工具，请参考“材料拟合”。

在这个屏幕的左侧是一个由两列电子表格组成的编辑器。鼠标点击输入波长（以微米为单位）和对应的折射率数据。数据输入的越多，则拟合的数据就越准确。

如果要拟合的数据多于电子表格中可输入的数据，则使用最能代表目标波长区域的相关数据。对于 Conrady 公式，至少需要使用三个点才可以进行很好的拟合，对于 Schott 公式、Herzberger 公式或者 Sellmeier 1 公式则需要六个或更多的点（最好为 12 到 15 个）。在公式的下拉列表中选择所需的公式名称来对公式进行选择。可能轮流尝试所有的公式并选择拟合误差最小的公式。

RMS 误差是给定的数据与拟合生成的折射率数据间的 RMS 拟合误差。最大误差是所有拟合数据点与给定数据点的误差中最大的值。两个数据都可以与折射率值的量级进行比较，其中折射率是无量纲的。由于 Sellmeier 1 公式具有非线性系数，拟合是迭代进行的，因此这个公式相比于其他公式需要更多的拟合计算时间。

将光标移动到“命名”区域，并且输入材料库的名称。选择“拟合”，OpticStudio 将计算拟合的系数。RMS 误差和最大误差将显示在对话框的中间。如果想将拟合数据添加到当前已有的材料库中，选择“添加到材料库”。OpticStudio 会提示消息，确认已经保存材料。

当一个材料被添加到库中，透射率数据（如果存在）需要如下一节中所述进行添加。否则，会默认材料在所有波长下的内部透过率为 1。

折射率和波长数据也可保存为文本文件以供后续使用，通过点击相应的按钮再次加载该文件进行拟合。文本文件也可以不在 OpticStudio 中编辑，编辑完成后再进行加载和拟合。

拟合熔融数据

也请参考上文中的“拟合折射率数据”。

需要注意的是，OpticStudio 计算的折射率数值或在生产厂商提供的材料库列表中的折射率数据，是上一批大量“熔融”材料的折射率的平均值。其中特定一块材料的折射率会与材料库中的数据或理论值存在微小偏差。这个偏差非常小，但对于某些光学系统来说可能会产生很大影响。

通常情况下，生产厂商在出货一批质量合格的光学材料时都会提供数据表，该表指明了这批材料在几个波长下的折射率，该折射率是以与理论名义值的偏差，或是以直接测量的数据的形式给出。一般会提供 3 到 5 个波长折射率数据点。该数据称之为“熔融”数据，这是因为它仅代表同一批次熔融的材料的折射率数据。

材料库对话框中的熔融数据工具非常实用，它可以将有限的熔融数据转化为材料库中可用的新的材料。

熔融数据最多使用 8 个波长折射率数据点。如果超出 8 个数据点，请使用上一节中描述的“拟合折射率”功能。熔融数据最少使用 3 个波长数据点。然而，如果想要对熔融数据进行较好的拟合，则至少需要 4 个点，最好为 5 个点。由熔融数据定义的波长范围要尽可能的宽，至少要覆盖用于光线追迹的波长范围。无论什么情况下，为了得到更高的精确度，拟合完的数据在使用之前最好进行仔细检查。

熔融数据工具支持以下操作：

材料：所选择的材料库中，名义材料的名称。

熔融名称：新建材料的名称，默认名称为名义材料名称加上后缀“_MELT”，名称长度不能超出 20 个字符

仅使用这些波长拟合：如果选中该选项，拟合熔融数据将只在规定的波长范围内进行拟合，这个范围由熔融数据点提供的最小和最大波长定义。这样拟合出来的结果更精确，但此熔融材料只能用于所规定的波长范围，超出这个范围将不适用。如果不勾选该选项，OpticStudio 将会尝试使用外推法对熔融数据进行拟合（请参考后文中的“有关拟合熔融数据方法的讨论”一节），以使拟合的数据在原始材料的所有光谱范围内都是有效的。这是拟合折射率数据（请参考前文中“拟合折射率数据”一节）和拟合熔融数据之间的关键不同点。

公式：新建的熔融材料所使用的色散公式。选择 Schott、Herzberger、Conrady 或者 Sellmeier 1。默认选项为 Schott 公式，除非名义材料使用了以上公式一种，在这种情况下将使用与名义材料相同的公式。

使用：该选项可“开启”和“关闭”每行数据。

波长：所要输入折射率数据的波长值，以微米为单位。

名义：由名义材料在该波长处的折射率值。

实际：熔融数据中实际测量的折射率值。需要注意的是，如果对实际值进行编辑了，则 Delta 值会被自动调整以保持数据一致。

Delta：实际折射率的值与名义值之间的差。果对实际值进行编辑了，则 Delta 值会被自动调整以保持数据一致。

拟合/插入：点击该按钮开始进行拟合。

退出：中止并退出熔融拟合。

拟合结束后，新的熔融材料将插入到材料库中，材料库将被保存下来并提供拟合结果的报告。

有关拟合熔融数据方法的讨论

拟合熔融数据常见的问题是可用数据点比较少，通常为 3 到 5 个点。大多数拟合需要至少 8 个点以得到较好的精确度。因此，需要从少数点推测得到足够多的点来拟合折射率的色散变化。拟合熔融数据的精确度取决于所定义的数据点的波长范围。如果勾选“仅使用这些波长拟合”（请参考上文），则会得到更高的拟合精度，但会降低拟合的有效光谱范围。

OpticStudio 采用以下算法进行熔融拟合：

首先，使用 Conrady 公式计算拟合实际色散数据。这是因为使用 Conrady 公式拟合 3 个数据点相比其他公式更加稳定可靠。

然后使用所定义波长的名义数据进行 Conrady 拟合计算。

产生大量名义材料在整个可用波长范围内（如果未勾选“仅使用这些波长拟合”）的折射率数据点或熔融数据所定义的波长范围（如果勾选“仅拟合这些波长”）的折射率数据点。每个名义折射率在熔融数据定义的波长点引入偏差，该偏差是两次 Conrady 拟合之间的差值。

最后，所得到的数据根据所选定的公式进行拟合（此处没有必要一定使用 Conrady 公式）。这是材料插入到材料库中进行的最后一次拟合。

熔融拟合结束后，将提供熔融拟合结果的报告。在使用新建的熔融材料前，请仔细检查报告。

OpticStudio 会自动将所有名义材料的透过率、密度、成本因素和其他数据拷贝到熔融材料中。

在使用新的熔融材料前，请仔细检查生成的熔融拟合报告以确保折射率的准确性。

定义透过率数据

点击“透过率”按钮调用材料库的透过率数据编辑器。透过率用来表示光以一定波长透过一定厚度的材料的光强。OpticStudio 使用比尔定律模拟透过光强：

$$t = e^{-\alpha\tau},$$

其中，α 为吸收系数，τ为光通过材料的厚度。参数 α 通常取决于波长，单位是长度的倒数。

有关偏振光线的追迹和透过率请参考“偏振”一节。

材料库中的透过率由三个参数进行定义：以微米为单位的波长，透过的光强和以毫米为单位的相对厚度。例如，厚度为 25mm 的某种材料在 0.35 μ m 波长处的透过率为 0.65。透过数据编辑器中最多可以定义 100 个数据点。OpticStudio 会在内部将数据转换为“每毫米”，并在定义的波长之间进行插值计算。如果在定义的波长范围之外执行光线追迹，则会使用最接近的波长数据；在定义波长范围内进行计算时，OpticStudio 将会执行线性插值

如果要将透过率数据保存为文本文件，请使用“保存”按钮。文件中的数据以三列排布，分别为以微米为单位的波长，透过的光强和以毫米为单位的相对厚度。点击“从文件载入”按钮则会将相同格式的数据从某个文件中读取到材料库中。如果需要将原始材料库中修改过的数据保存，请使用“保存到文件”按钮。

在提供的材料库中，不是所有的材料都有包含有效的透过率数据，尤其是红外材料和其他非标准出售的材料。如果生产厂商提供了透过率的数据，则通常包含在该材料数据中。如果没有可靠的数据可用，则该数据将被忽略，并默认材料在所有波长处的透过率为 1。需要注意的是，该透过率为内部透过率数据，不考虑菲涅尔反射或者其他由于膜层而引入的损耗。

如果透过率数据编辑器中的第一个波长值输入为零，则其余的所有数据将被忽略。透过率数据编辑器只考虑第一个零波长之前输入的数据。

模拟气体和液体（使用材料库）

一旦在材料库中定义了某种材料，当使用该材料时 OpticStudio 会使用指定的 TCE 系数计算表面半径、中心厚度和其他数据的热膨胀值。然而，如果该材料不是固体（气体或者液体），那么通常情况下，该材料的热膨胀性质并不是由材料特性决定，而是由用于装配的支架材料的边缘厚度决定。

在这个特殊情况下，OpticStudio 需要使用在镜头数据编辑器中指定的 TCE 系数来定义支架材料的属性，而不是使用材料库中提供的 TCE 系数来定义。可通过选中材料库对话框中的“忽略热膨胀”选项来实现。

快速查找材料

查看任意一种材料数据的最快方法是在镜头数据编辑器中选中该材料的名称，然后点击数据库选项卡中的“材料库”。随后材料库中将会显示该材料相应的数据。

材料库的来源

OpticStudio 中大多数材料库（之前名为玻璃库）包含的数据通常由第三方生产厂商提供。以下提供每个材料库的生产厂商列表。

材料库的生产厂商

AMTIR	Amorphous Materials, Inc.	www.amorphousmaterials.com
ANGSTROMLINK	Fiber Optic Center, Inc.	www.FOCenter.com
APEL	Mitsui Chemicals, Inc.	www.MitsuiChemicals.com
ARCHER	Archer OpTx	www.ArcherOPTx.com
ARTON	JSR Corporation	www.JSR.co.jp
BIREFRINGENT	Birefringent	See references below
CDGM	Chengdu Guangming	www.CDGMgd.com
CORNING	Corning France, Optical Division	www.Corning.com
HERAEUS	Heraeus Quartz Glass GmbH & Co. KG	www.Heraeus.de
HIKARI	Hikari Glass USA, Inc.	Unavailable
HOYA	Hoya Optics, Inc.	www.Hoya.co.jp
INFRARED	Infrared	See references below
IRPHOTONICS	IR Photonics Inc.	Unavailable
ISUZU	Isuzu Glass Co. Ltd.	www.isuzuglass.com/
KOPPGLASS	Kopp Glass, Inc.	www.KoppGlass.com
LIGHTPATH	LightPath Technologies	www.LightPath.com
LUXEXCEL	Luxexcel Group BV	www.Luxexcel.com
LZOS	Lytkarino Optical Glass Factory	www.LZOS.ru
MISC	Misc	See references below
NHG	Hubei New Huaguang Information Materials Co.,Ltd	www.hbNHG.com
NIHON_KESSHO_KOGAKU	Nihon Kessho Kogaku Co. Ltd.	www.NK-K.co.jp
NIKON	Nikon Corporation	www.Nikon.com
NIKON-HIKARI	Nikon Corporation	www.Nikon.com
OHARA	Ohara Corporation	www.OharaCorp.com
OPTIMAX	Optimax Systems, Inc.	www.optimaxsi.com
OSAKAGASCHEMICAL	Osaka Gas Chemicals Co.Ltd.	www.ogc.co.jp

PILKINGTON	Pilkington Special Glass Limited	www.Pilkington.com
RAD_HARD	Schott Glass Technologies	www.Schott.com
REDWAVE_IR	Redwave Glass	http://redwaveglass.com/
RPO	Rochester Precision Optics	www.RPOptics.com
SABIC_THERMO_OPTICAL_POLYMERS	SABIC	www.sabic.com
SCHOTT	Schott Glass Technologies	www.Schott.com
SCHOTT_IRG	Schott Glass Technologies	www.Schott.com
SUMITA	Sumita	www.Sumita-Opt.co.jp
TOPAS	PolyPlastics Co., Ltd.	www.PolyPlastics.com
UMICORE	Umicore Electro-Optic Materials	www.Optics.Umicore.com
ZEON	Zeon Chemicals L.P.	www.ZeonChemicals.com

尽管材料库中包含的数据在大多数情况下都是可靠的，但在转换和编辑数据的过程中难免会有可能出现错误。*因此终端用户需要验证折射率数据的准确性是非常重要的。尤其是考虑实际制造光学器材的时候。*

材料库中的数据可能含有错误，在使用材料库中的数据之前需要仔细验证。

下表给出了 OpticStudio 提供的其他材料库中所包含数据的来源，例如 BIREFRINGENT，INFRARED 和 MISC 库。某些材料不止在一个材料库中进行了定义，例如方解石（CALCITE）。材料库中的某些材料也可能不在表格中，或者来源标为“未知”。在使用这些材料前请验证其数据的准确性。

双折射材料库数据来源

材料	**来源**
ADP	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II

AG3ASS3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
AGGAS2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
AGGASE2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
AL2O3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
ALN	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
BATIO3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
BBO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
BEO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CALCITE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CAMOO4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CAWO4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CDGEAS2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CDS	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CDSE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CUGAS2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
KDP	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LAF3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LINBO3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LIO3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LIYF4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
MGF2	M.J. Dodge, "Refractive Properties of Magnesium
Flouride,	"Applied Optics, Vol. 23, No. 11: p1980 (1985)
PBMOO4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
QUARTZ	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
SRMOO4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
TAS	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
TE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
TEO2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
YV04	Handbook of Optics, Second Edition Vol. I

ZNGEP2 Handbook of Optics, Second Edition Vol. II

ZNO Handbook of Optics, Second Edition Vol. II

红外材料库的数据来源

材料	来源	备注
ALN	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
ALON	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
BAF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
BEO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CAF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CALCITE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CDSE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CDTE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CLEARTRAN	Spec Sheet (Rohm & Haas)	
CLEARTRAN_OLD	Spec Sheet (Morton)	
CSBR	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
F_SILICA	The Infrared & Electro Optical Systems Handbook V. III	
GAAS	Amtir Spec Sheet	Gallium Arsenide (GAAS) are single crystals, so definitions are similar between vendors

GEO2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
GE_LONG	JOSA, 47, 244 (57): 48, 579 (58)	
GE_OLD	JOSA, 47, 244 (57): 48, 579 (58)	
GERMANIUM	JOSA, Vol. 69, No. 1, January 1979	"Temperature-dependent Sellmeier coefficients and nonlinear optics average power limit for germanium" - N. P. Barnes and M. S. Piltch
IRG2	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG3	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRGN6	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG7	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG9	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG11	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG15	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead

IRG100..	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
KBR	ISP Optics data sheet (www.ispoptics.com)	
KCL	ISP Optics data sheet (www.ispoptics.com)	
KRS5	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
LIF	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
MGF2	M.J. Dodge, “Refractive Properties of Magnesium Fluoride, ”Applied Optics, Vol. 23, No. 11: p1980 (1985)	
MGO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
NACL	The Infrared & Electro Optical Systems Handbook V. III	
PBF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
SAPPHIRE	The Infrared & Electro Optical Systems Handbook V. III	
SILICON	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
SRF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
SRTIO3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	

ZBLA	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
ZBLAN	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
ZNGEP2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
ZNS	The Infrared & Electro Optical Systems Handbook, V.III	

MISC 材料库的数据来源

ACRYLIC	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
BASF5	Laikin, Lens Design
BASF55	Laikin, Lens Design
CAF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CDS	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
COC	Hoechst Celanese Spec sheet
CR39	The Photonics Design and Applications Handbook, Optical Plastics: Properties and Tolerances, H. D. Wolpert, pp. H-300 - H-307, (1991).
KDP	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LAF3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LIYF3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
PMMA	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
POLYCARB	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
POLYSTYR	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
PYREX	Laikin, Lens Design

QUARTZ	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
SAN	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
SEAWATER	Laikin, Lens Design
SILICA	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
TEO2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
TYPEA	Laikin, Lens Design
VACUUM	Laikin, Lens Design
WATER	Handbook of Optics, Second Edition Vol. I

废弃库的数据

在 1999 年到 2000 年之间，由于环境保护法的变动，材料生产厂商被要求停止生产许多种会产生污染的光学材料。其中之前提供的各个生产厂商的材料库中由大约三分之二的材料已停止生产。在一些情况下，厂商对材料重新进行了设计以符合新的环境保护法要求。这些新材料可能与旧材料有相同或相似的名称，这取决于材料的生产厂商。重新设计的材料可能与之前的材料具有不同的折射率数据。

废弃的材料仍存在于光学销售商的目录中，如果可以找到材料源的话也可用于新的设计。此外，许多使用旧材料进行的设计需要重新建模和光线追迹，尤其是在为现有的光学系统设计新的光学器件时。由于这些原因，OpticStudio 发布的材料库中仍然提供了废弃材料的数据。废弃材料在材料库对话框中被标记为“废弃”状态。

由于某些新材料可能和旧材料具有相同名称，尽管其成分可能已经变化，光学工程师需要特别注意检查使用软件预测的折射率数据更加准确，还是使用实际材料的熔融数据表更加准确。

切勿盲目相信材料库中计算的折射率的精度。有许多潜在的可以产生错误的地方，例如对原始样品的测量、数据的拟合、生产厂商材料库中输入的数据，重新输入到 OpticStudio 中的数据，以及 OpticStudio 的代码本身。

AGF 和 BGF 格式的文件

OpticStudio 使用两种文件格式保存材料库的数据，分别为 ANSI Glass Format (AGF)和 Binary Glass Format (BGF)。OpticStudio 提供的材料库数据为 AGF 格式保存。当生产厂商需新建或修改材料库中的数据时，需要用到 AGF 格式的文件。如果计算需要，在 OpticStudio 运行时 AGF 格式的文件会自动转换为 BGF 格式的文件。BGF 格式的文件仅用于 OpticStudio 快速加载材料库，不支持创建、编辑或发布 BGF 文件的操作。OpticStudio 会在任何需要的时候创建或者更新 BGF 文件。AGF 文件是用于定义材料库数据的“主管”。

AGF 文件包含了一个标题行，以及一系列的数据记录行，每种材料都一个记录行。标题行的格式为：

CC <Catalog Comment>
!Standard glass: write your definition of standard status
!Special glass: write your definition of special status
!Obsolete glass: write your definition of obsolete status

其中 CC 表示对材料库的注解，注解的最大长度为 140 个字符，材料库的注解将作为整体进行定义。每个后续的记录行都包含两个字母的组成的标记，然后包含有由一个或多个使用空格进行分隔的数据组成。有关这些数据的说明请参考“材料库数据的说明”。单个材料的记录行格式为：

NM <glass name> <dispersion formula #> <MIL#> <N(d)> <V(d)> <Exclude Sub> <status>
<melt freq>
GC <Individual Glass Comment>
ED <TCE (-30 to 70)> <TCE (100 to 300)> <density> <dPgF> <Ignore Thermal Exp>
CD <dispersion coefficients 1-10>
TD <D0> <D1> <D2> <E0> <E1> <Ltk> <Temp>
OD <rel cost> <CR> <FR> <SR> <AR> <PR>
LD <min lambda> <max lambda>
IT <lambda> <transmission> <thickness>
IT <lambda> <transmission> <thickness>
…后面可能接多个 IT 行

每种材料后为对应的注解：

NM：材料名称及其他数据。色散公式所对应的数字分别为，1 表示 Schott 公式，2 表示 Sellmeier1 公式，3 表示 Herzberger 公式，4 表示 Sellmeier2 公式，5 表示 Conrady 公式，6 表示 Sellmeier3 公式，7 表示 Handbook of Optic 1 公式，8 表示 Handbook of Optic 2 公式，9 表示 Sellmeier4 公式，10 表示扩展多项式，11 表示 Sellmeier5 公式，12 表示扩展多项式 2。MIL#是为后续的兼容性提供的，具体不会用到它但一定要提供一个占位符。提供 N（d）和 v（d）值用于参考但不会使用。“Exclude Sub”标记用 0 表示否，用 1 表示是。“Status”用 0 表示标准，1 表示首选，2 表示废弃，3 表示特殊，4 表示熔融。“melt freq”是 1 到 5 之间的整数，用于表明生产厂商的相对熔融频率。

GC：材料的注解。最多可以输入 140 个字符。

ED：额外数据。该值为摄氏度-30 到 70 范围内的 TCE 系数，摄氏度 100 到 300 范围内的 TCE 系数（当前并未使用此值），密度，dPgF，“Ignore Thermal Expansion”标记（0 表示否，1 表示是）。

CD：系数数据。最多提供 10 个系数。这些系数的意义取决于所使用的色散公式。

TD：热膨胀数据。该数据为 D0，D1，D2，E0，E1，Ltk，及参考温度“Temp”。

OD：其他数据。相对成本，CR，FR，SR，AR 和 PR 值。如果这些数据值不可用，则指定为-1。

LD：波长数据。在色散公式使用的以微米为单位的最小和最大波长。

IT：内部透过率。这些行为内部透过率。每一行都定义了一个波长，透过率和以毫米为单位的厚度。波长必须为升序配列。每中材料最多定义 100 个数据点。

定义色散数据的备选方法

还有其他定义色散数据的方法，且不使用材料库功能和色散公式。这些方法将以下部分中详细描述。

使用 MIL 数定义的材料

MIL 数材料由一个六位数字描述，例如 BK7 用 517640 描述。MIL 数中的前三位数字为 d 光的折射率减去 1，并且没有小数点。后三位数字是阿贝数乘以 10。如果需要使用 MIL 数材料，则直接在材料名称处输入 6 位数字的编号即可。

OpticStudio 使用一个机遇 MIL 数定义的折射率和阿贝数的公式计算材料在每个定义波长处折射率。该公式是基于对许多典型材料的系数数据进行最小二乘法拟合进行的。通常情况下，折射率数据的计算精度为 0.001。在深紫外或红外处波段的折射率数据的可靠性会降低。MIL 数是对色散常数模型或其他模型的粗略代替方法，在没有其他数据可用的情况下，可使用 MIL 数材料近似代替使用。

需要注意的是，MIL 数材料只是对材料的近似（尽管在通常情况下可见光波段的近似效果非常好）。在可见光波段以外，比如紫外和红外波段，使用 MIL 数材料会导致计算错误，因此这种情况下不应使用 MIL 数材料。

需要特别注意的是，即使所使用的 MIL 数与材料库中的数据是对应的，通过 6 位 MIL 数计算得到的折射率数据和材料库计算的折射率是不同的。MIL 数材料的折射率是由透镜数据编辑器中输入的 MIL 数直接计算得到的，而不是通过材料库中的数据（即使 MIL 数对应的材料也在材料库中）。

由于任何以六位数字命名的材料都会被 OpticStudio 的内部算法认为是 MIL 数材料，因此在材料库中不能使用六个数字的编号定义材料的名称。玻璃替换功能不使用 MIL 数材料（请参考“材料选择的全局优化”一节）。

使用表格数据材料

表格数据材料的折射率是由存储在扩展名为 ZTG 的文本文件（用于定义 OpticStudio 中的表格数据材料）中的数据进行定义的。该文件必须被保存在在 Glasscat 文件夹下（有关修改保存路径的内容请参考“文件夹”一节）。该文件的编写格式如下：

```
！Commet line
DENSITY grams_per_cc
wavelength_1 index_1 transmission_1 thickness_1
wavelength_2 index_2 transmission_2 thickness_2
wavelength_3 index_3 transmission_3 thickness_3
etc..
```

任何空白行或者以“!”标识符为开头的行都会被认为是注释并且会被忽略。

“DENSITY”数据行以每立方厘米的克数为单位定义材料的密度。如果“DENSITY”数据行被省略了，那么将认为密度是零。

波长必须总是以微米为单位进行定义，并且必须以升序进行排列。折射率必须是正值。透过率是材料的透过率，也应该是正值。厚度以毫米为单位，它是所定义的材料透过光强的材料厚度值。透过率和厚度值用于定义每个单位长度内的材料透过率。如果透过率和厚度的值都被省略，那么材料的透过率将被认为是 100%。

在文件中最多可定义 1200 行波长数据。最少需要定义 5 个数据点来提供合理的曲线拟合。如果少于 5 个数据点，那么 OpticStudio 将在指定波长范围前后添加虚拟的数据点以完成平滑拟合。使用色散图工具可以检查数据的精确性以及检查拟合是否合理。请参考“色散图”。

如果需要使用表格数据来定义材料，则在对应表面的材料一栏中输入该文件的名称即可（包括扩展名）。例如，如果文件名称为“MYGLASS.ZTG”，那么“MYGLASS.ZTG”应输入到表面材料栏中。需要注意的是，完整的名称包括扩展名的长度不应超过 20 个字符。

当计算指定波长的数据时，如果指定波长介于 ZTG 文件中定义的最短和最长波长之间，那么 OpticStudio 将使用三次样条插值算法对折射率进行计算。对于不在文件波长定义范围内的波长，则将会使用波长最接近的折射率数据，表格数据材料不会使用外推法对超出定义范围的折射率数据进行推断。

表格数据材料的优点在于，所定义波长的折射率刚好为表格中指定的折射率，而不像拟合功能中拟合数据可能会偏离给定的折射率数据。

玻璃替换功能不使用表格数据材料（请参考“材料选择的全局优化”一节）。表格数据材料总是假设在 1.0ATM 的压强下进行定义的。表格数据材料不会定义任何热膨胀属性。如果系统中热膨胀分析很重要，则应使用材料库材料。有关将测量的折射率和热膨胀数据转换为材料库中的材料数据的信息，请参考“材料拟合”一节。

使用模型玻璃

OpticStudio 使用 d 光（波长为 0.5875618 μ m）的折射率、阿贝数以及用来描述部分色散与标称值偏离的部分色散项，来理想化的模拟材料的色散。d 光上的折射率符号为 N_d，阿贝数的符号为 V_d（有时也称为 V-number），且由下式定义：

$$V_d = \frac{N_d - 1}{N_F - N_C},$$

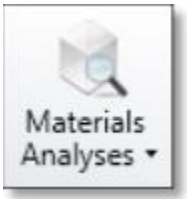
其中，N_F 和 N_C 分别是材料在波长为 0.4861327 和 0.6562725 μ m 处的折射率。部分色散项为 $\Delta P_{g,F}$。OpticStudio 使用基于可见光范围内标准材料的典型色散公式给出 N_d 和 V_d 值来预估材料在可见光范围内任意波长处的折射率。对于典型材料，该公式计算的折射率可精确到约 0.001。

N_d,V_d 和$\Delta P_{g,F}$ 值可在材料的求解对话框中定义，该对话框可从镜头数据编辑器中打开。

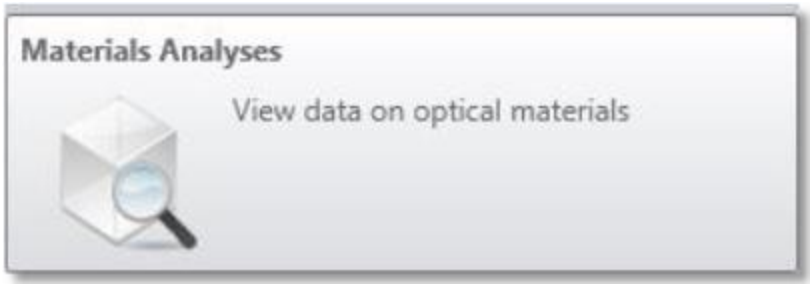
请参考“材料选择的全局优化”一节

需要注意的是，模型玻璃是一个近似的方法。尽管在可见光范围内可以进行非常良好的近似，但在可见光范围外，例如紫外和红外，使用模型玻璃会导致计算错误，因此这种情况下不应使用模型玻璃。

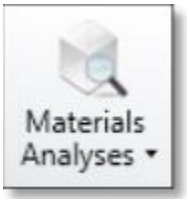
材料分析



分类显示材料特性图谱。

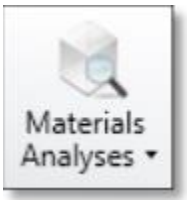


材料分析（序列 UI 模式）



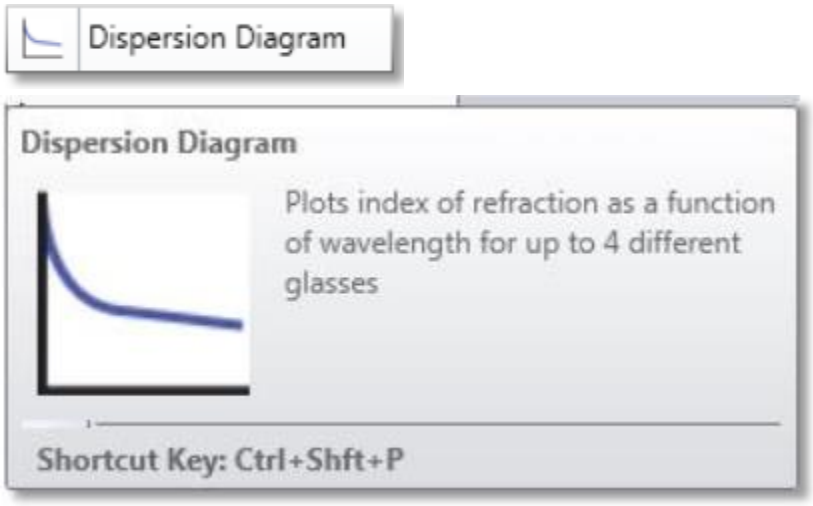


材料分析（非序列 UI 模式）

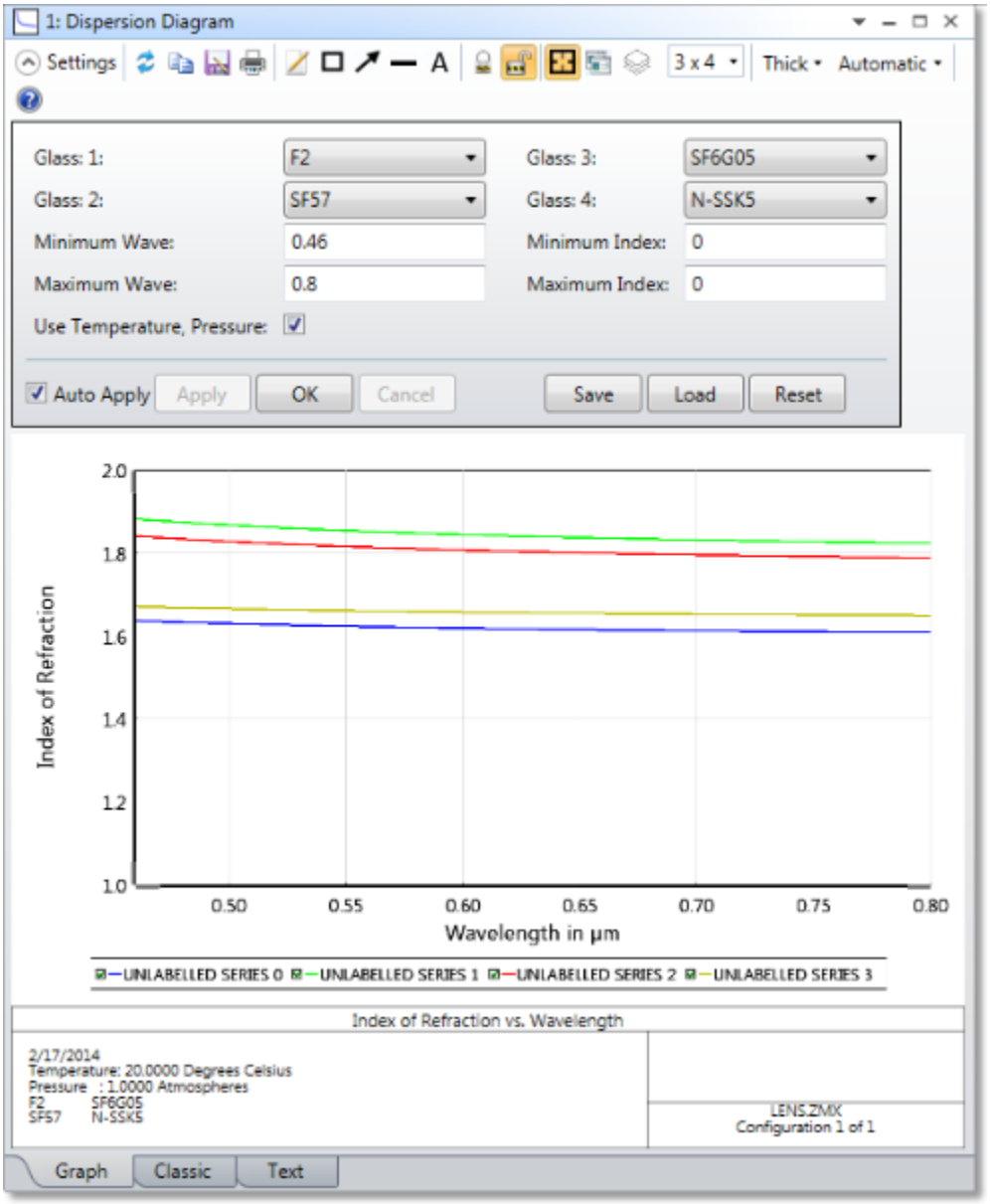




色散图



可一次性绘制四种玻璃材料的折射率色散曲线。



玻璃 1-4：所要绘制色散图的玻璃的名称。最多可选择 4 种不同的玻璃材料。

最小波长：定义所绘制数据的最小波长。

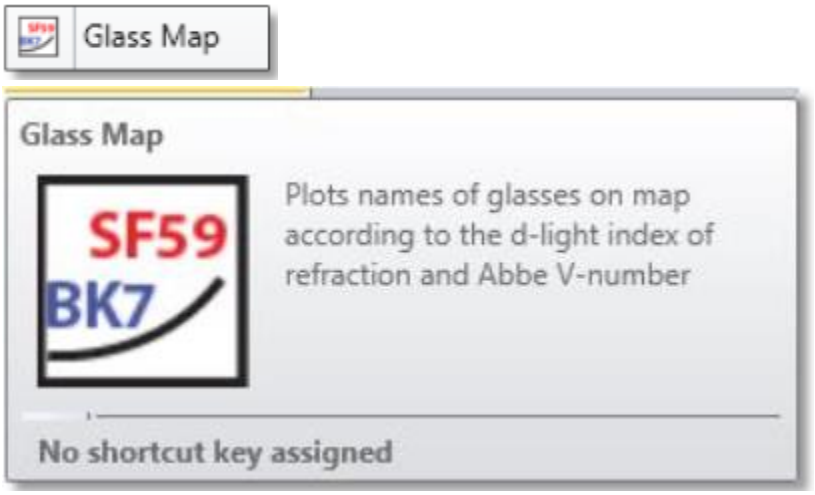
最大波长：定义所绘制数据的最大波长。

最小折射率：定义所绘制数据的最小折射率，输入零以自动缩放。
最大折射率：定义所绘制数据的最大折射率，输入零以自动缩放。
使用温度、压强：如果勾选该选项，则 OpticStudio 将考虑温度和压强对折射率的影响。

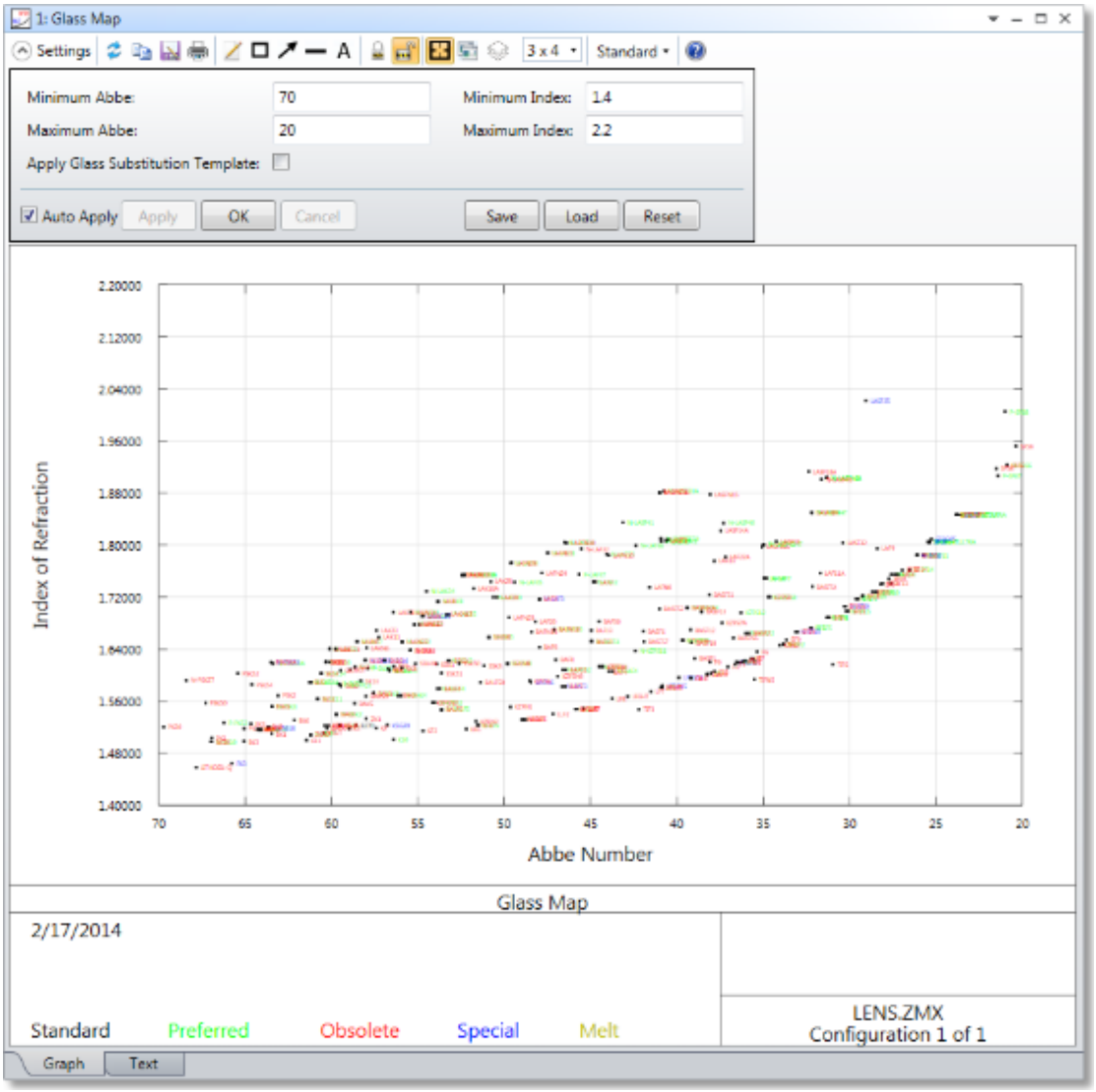
讨论
该功能对于比较不同材料的色散曲线非常有用。表格材料文件（请参考“使用表格数据材料”一节）位于“玻璃”下拉菜单中的底部。

如果最小和最大波长选项输入零，那么图表 X 轴的左侧将绘制为所要绘制的材料定义的波长中最小的波长值（即使其他材料在此波长处没有数据），并且图表 X 轴右侧将绘制为所要绘制的材料定义的波长中最大的波长值（即使其他材料在此波长处没有数据）。

玻璃图



显示符合折射率（d 光）和阿贝数要求的所有玻璃名称。其中折射率和阿贝数由材料库中的数据计算得到。当前所有加载的材料库都会被搜索，并且绘制出设置中指定的折射率和阿贝数边界范围内的所有玻璃材料。



最小 Abbe 定义图表 X 轴的左端点。
最大 Abbe 定义图表 X 轴的右端点。
最小折射率 定义图表 Y 轴的下端点，输入零会自动缩放。
最大折射率 定义图表 Y 轴的上端点，输入零会自动缩放。

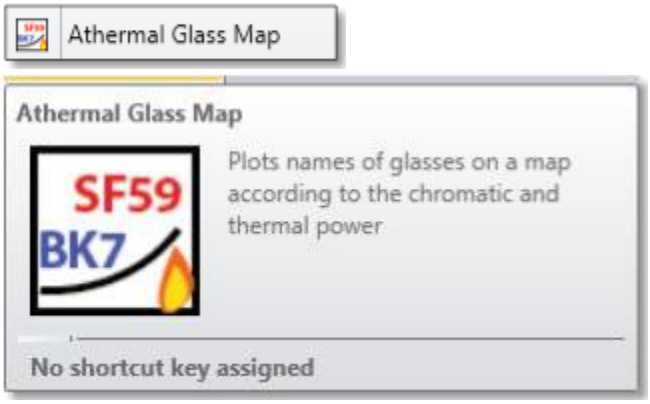
使用玻璃替换模板：如果勾选了该选项，则只会显示符合玻璃替换模板的玻璃。

请参考“玻璃替换模板（材料工具）”一节。

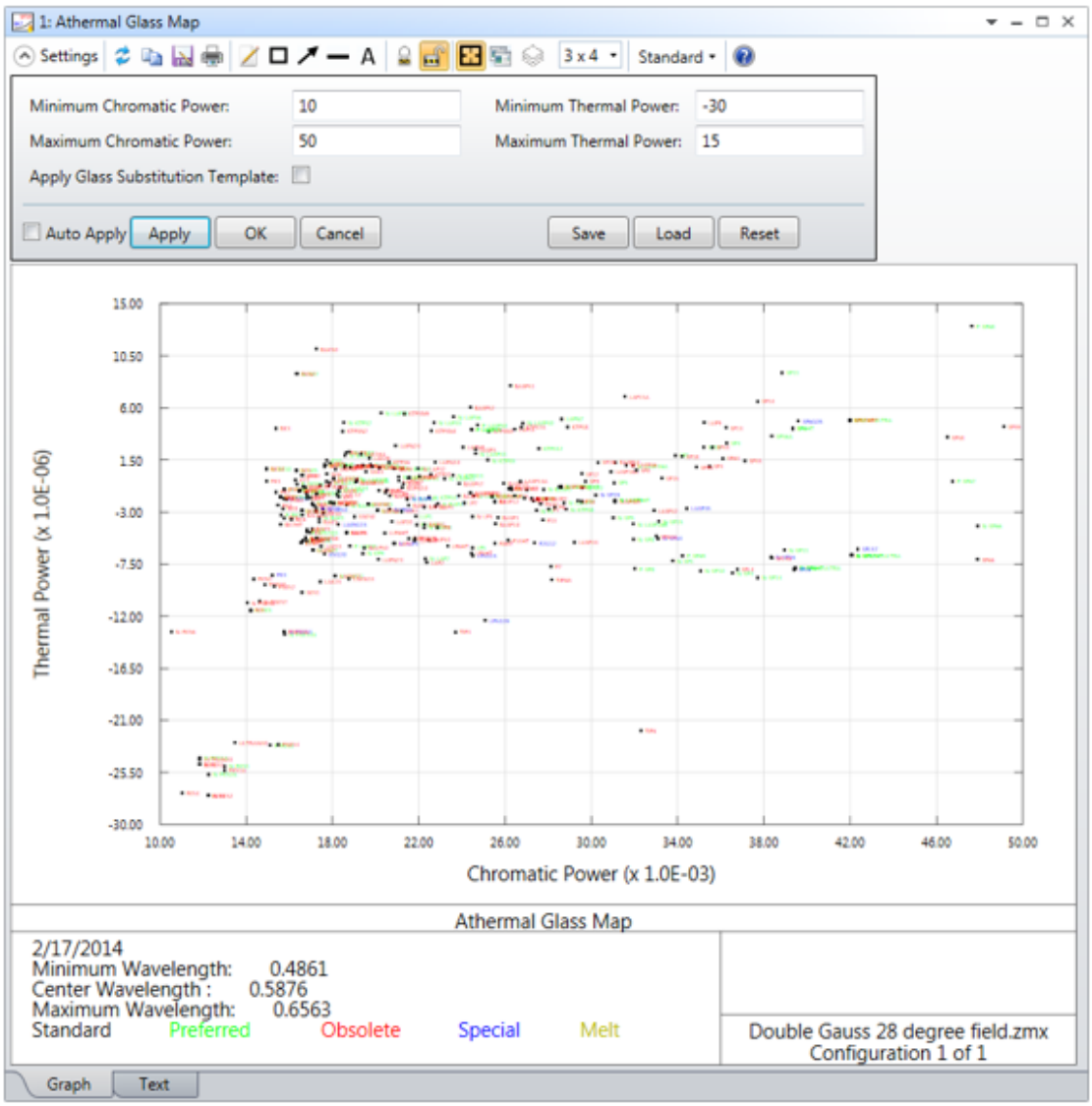
讨论

该功能可用来查找某个具有特定折射和色散的玻璃材料。根据规定，从图表从左到右，阿贝数不断下降，这也是为什么默认的最小阿贝和最大阿贝数的值看起来是反向的。

无 热化玻璃图(Athermal Glass Map)



显示符合色光焦和热光焦要求的所有玻璃。色光焦和热光焦可以基于当前定义的波长和材料库中的数据计算得到。所有当前加载的材料库都会被搜索，并且绘制出设置中指定的色光焦和热光焦边界范围内的所有玻璃材料。



最小/最大色光焦：绘制最小/最大的色光焦。如果最小和最大色光焦都输入零，则将使用默认缩放。

最小/最大热光焦：绘制最小/最大的热光焦。如果最小和最大热光焦都输入零，则将使用默认缩放。

使用玻璃替换模板：如果勾选该选项，则只会显示符合玻璃替换模板的玻璃材料。请参考“玻璃替换模板（材料工具）”一节。

参考玻璃：如果某个玻璃被选中，则会在图表绘制该玻璃材料的参考线。沿着这条线的玻璃材料可用于设计无热化的消色差双胶合透镜。请参考下文中的讨论。

讨论

色光焦是阿贝数的倒数，由如下公式定义：

$$\varphi = \frac{n_{min} - n_{max}}{n_{cen} - 1}$$

其中，折射率的下标分别表示在最小、中心、最大波长处测量得到的相对折射率。波长的值由定义波长决定。

热光焦由如下公式定义：

$$\Psi = \frac{\frac{\delta n}{\delta t}}{n_{cen} - 1} - \alpha$$

其中，

$$\frac{\delta n}{\delta t}$$

表示玻璃材料在中心波长上和参考温度下相对折射率对所测量的温度的导数，α 为玻璃材料的线性膨胀系数。

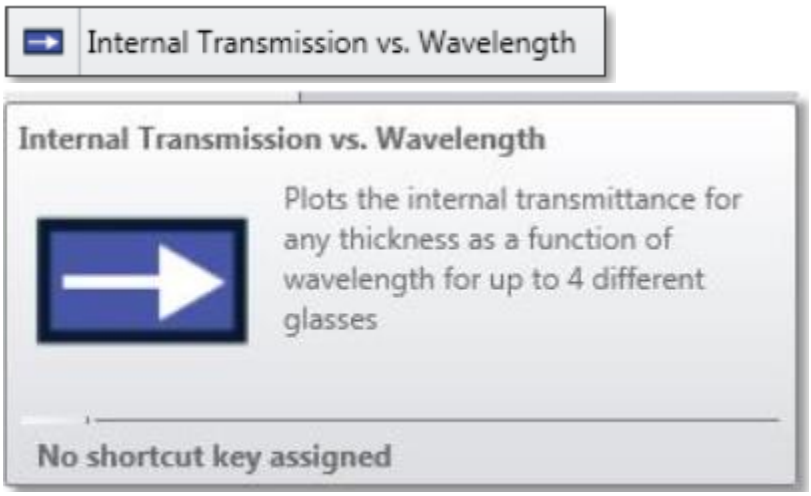
所有数据都使用材料库中定义的玻璃数据计算得到。空气的压强假设为 1。

如果想要设计一个无热化的消色差双胶合透镜，需要求解如下三个联立的方程：

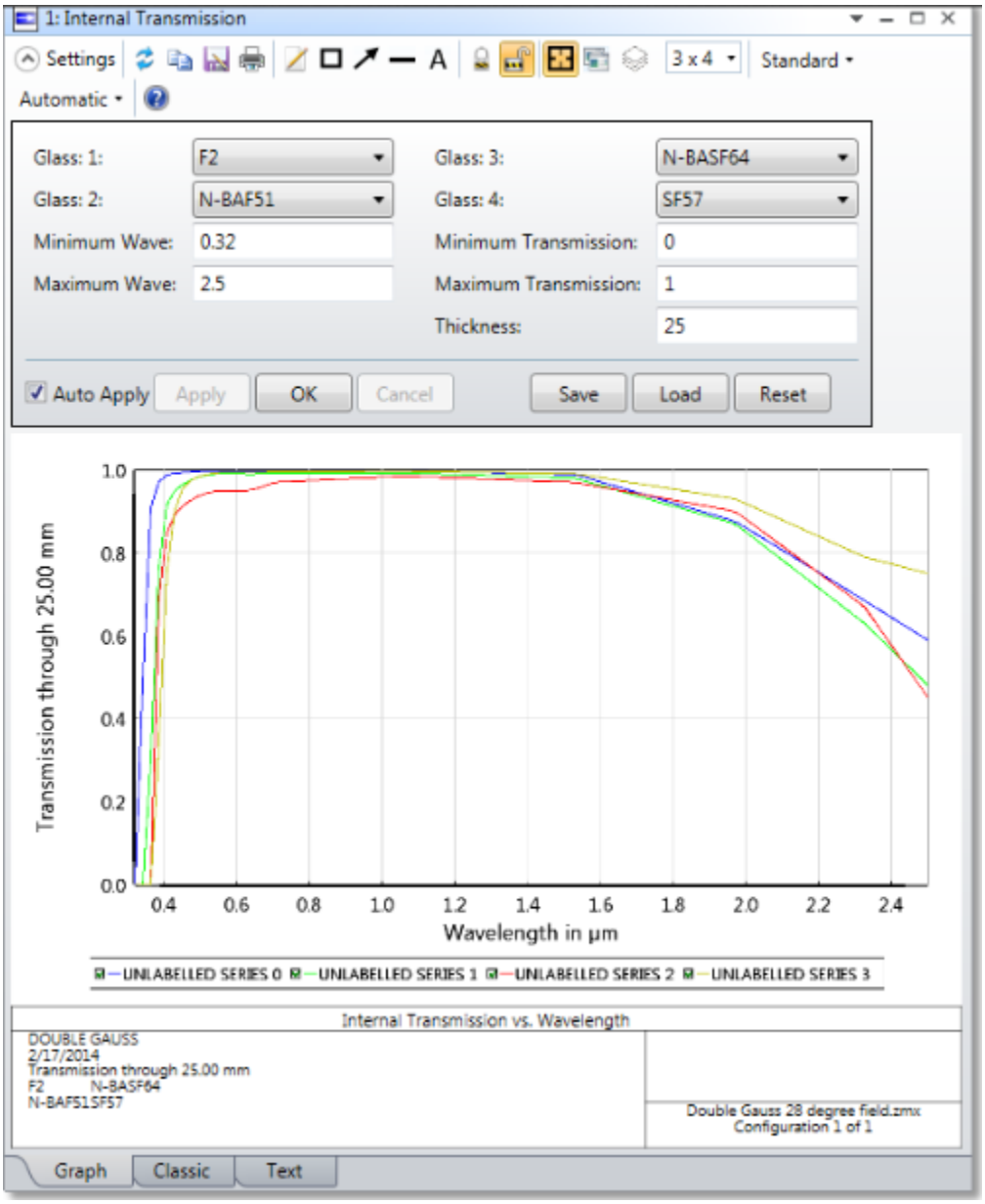
$$\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$$
$$\Delta\Phi = \varphi_1\Phi_1 + \varphi_2\Phi_2$$
$$\frac{d\Phi}{dT} = \Psi_1\Phi_1 + \Psi_2\Phi_2$$

如果想要选取同时满足三个方程的两种玻璃材料，则需要选择位与参考线之上的玻璃，并且该直线还会经过无热玻璃图的原点。该参考线可通过选择某个参考玻璃作为参考玻璃绘制在图表中，（该参考玻璃参考线的另一个端点为图表的原点）

透过率曲线



可一次性绘制 4 种玻璃材料在给定厚度下，透过率岁波长的变化曲线。



玻璃 1-4：所绘制的玻璃材料的名称。最多可选择 4 种不同的玻璃材料。

最小波长：定义所绘制玻璃材料的最小波长。

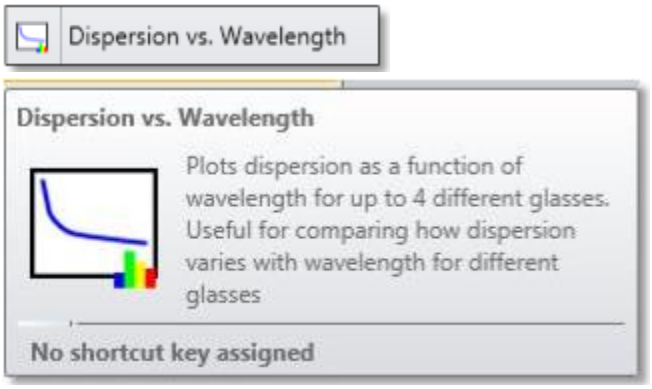
最大波长：定义所绘制玻璃材料的最大波长。

最小透过率：定义所绘制玻璃材料的最小透过率。
最大透过率：定义所绘制玻璃材料的最大透过率。
厚度：以毫米为单位玻璃材料的厚度。

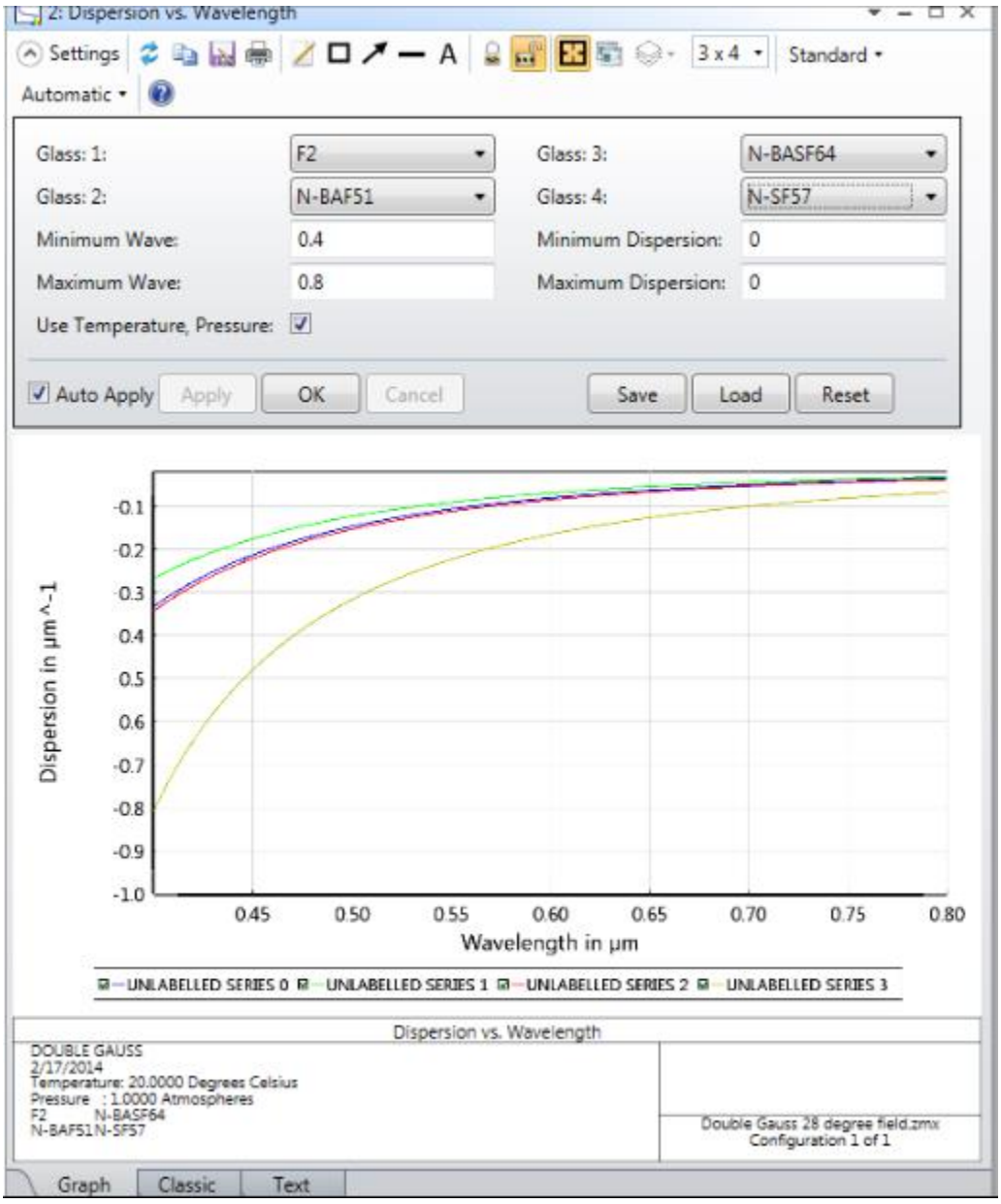
讨论
该功能对于比较不同材料的透过率曲线非常有用。表格材料文件（请参考“使用表格数据材料”一节）位于“玻璃”下拉菜单中的底部。详细信息请参考“定义透过率数据”一节。

如果最小和最大波长选项输入零，那么图表 X 轴的左侧将绘制为所要绘制的材料定义的波长中最小的波长值（即使其他材料在此波长处没有数据），并且图表 X 轴右侧将绘制为所要绘制的材料定义的波长中最大的波长值（即使其他材料在此波长处没有数据）。

色散曲线



可一次性绘制 4 种不同玻璃材料的色散（$\frac{dn}{d\lambda}$）随波长变化的曲线。


2: Dispersion vs. Wavelength
Settings
3 x 4
Standard
Automatic
Glass: 1:
F2
Glass: 3:
N-BASF64
Glass: 2:
N-BAF51
Glass: 4:
N-SF57
Minimum Wave:
0.4
Minimum Dispersion:
0
Maximum Wave:
0.8
Maximum Dispersion:
0
Use Temperature, Pressure:
Auto Apply
Apply
OK
Cancel
Save
Load
Reset
Dispersion in µm^-1
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5
-0.6
-0.7
-0.8
-0.9
-1.0
0.45
0.50
0.55
0.60
0.65
0.70
0.75
0.80
Wavelength in µm
UNLABELLED SERIES 0
UNLABELLED SERIES 1
UNLABELLED SERIES 2
UNLABELLED SERIES 3
Dispersion vs. Wavelength
DOUBLE GAUSS
2/17/2014
Temperature: 20.0000 Degrees Celsius
Pressure : 1.0000 Atmospheres
F2 N-BASF64
N-BAF51 N-SF57
Double Gauss 28 degree field.zmx
Configuration 1 of 1
Graph
Classic
Text

玻璃 1-4 所绘制的玻璃材料的名称。最多可选择 4 种不同的玻璃材料。
最小波长 定义所绘制玻璃材料的最小波长。
最大波长 定义所绘制玻璃材料的最大波长。
最小色散 定义所绘制玻璃材料的最小色散。输入零会自动缩放。
最大色散 定义所绘制玻璃材料的最大色散。输入零会自动缩放。
使用温度，压强：如果勾选该选项，则由于温度和压强引起的折射率变化将考虑在内。

讨论

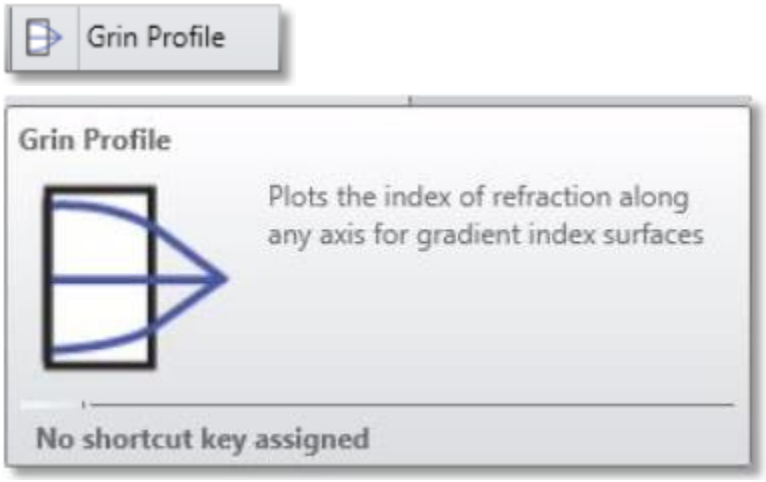
该功能对于比较不同玻璃材料的色散随波长的变化曲线非常有用。

表格材料文件（请参考“使用表格数据材料”一节）位于“玻璃”下拉菜单中的底部。

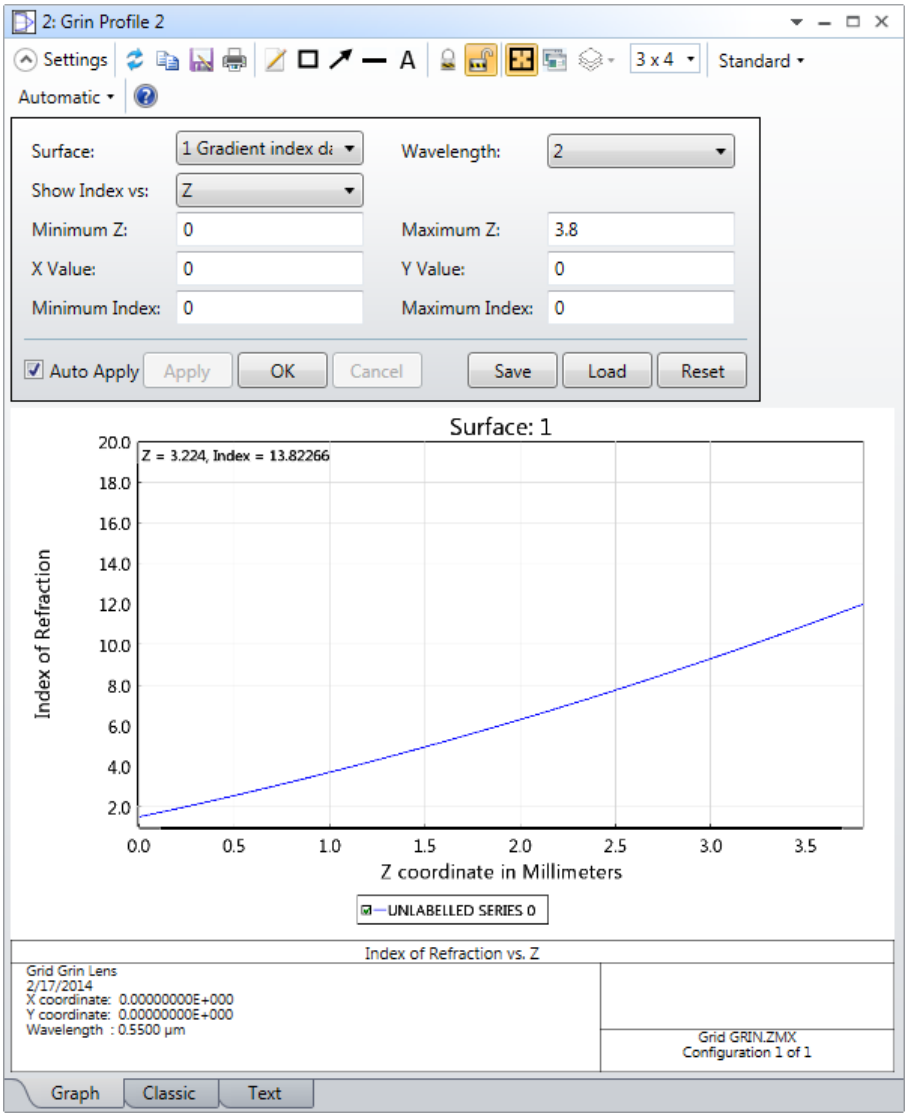
如果最小和最大波长选项输入零，那么图表 X 轴的左侧将绘制为所要绘制的材料定义的波长中最小的波长值（即使其他材料在此波长处没有数据），并且图表 X 轴右侧将绘制为所要绘制的材料定义的波长中最大的波长值（即使其他材料在此波长处没有数据）。

渐变折射率截面图

渐变折射率截面图（序列 UI 模式）



显示渐变折射率材料沿着某一坐标轴的折射率变化曲线



表面：渐变折射率表面的表面编号；

波长：所要使用的波长编号；

显示折射率为：选择 X，Y 或者 Z 作为独立变量；

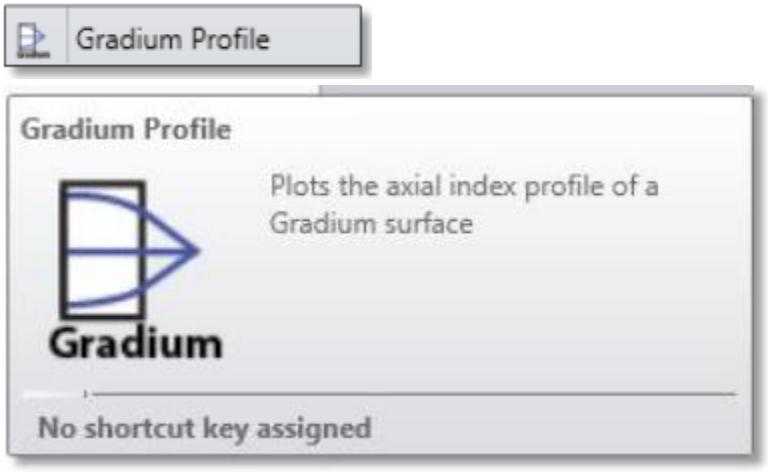
最小 X，Y 或 Z：定义图表横轴的左端点，独立变量的最小值；

最大 X，Y 或 Z：定义图表横轴的右端点，独立变量的最大值；

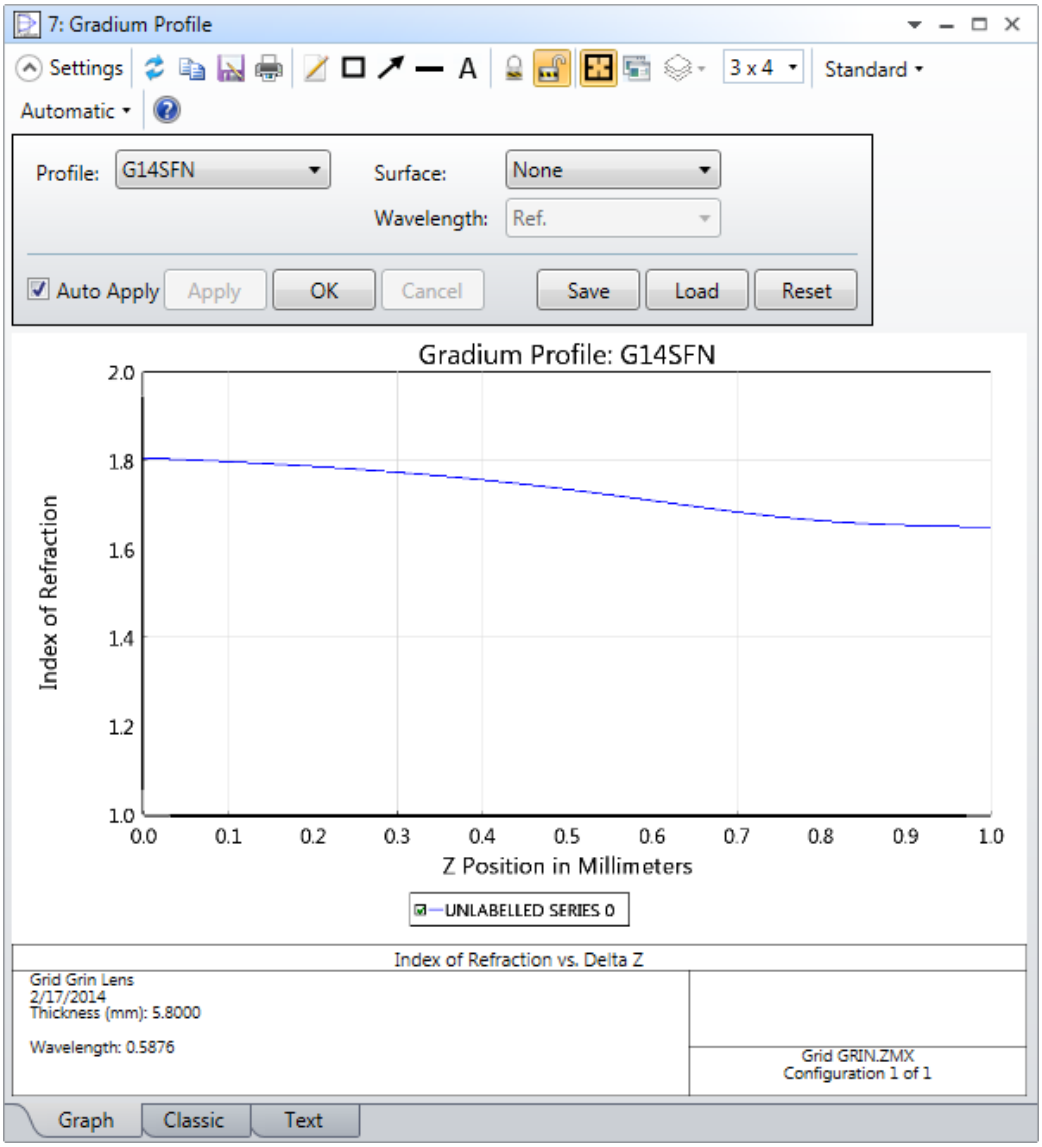
X，Y 或 Z 值：两个固定坐标的值；

最小折射率：定义图表纵轴的下端点，零为默认值；
最大折射率：定义图表纵轴的上端点，输入零表示使用默认值；
讨论：
该图表显示了渐变折射率表面沿着 X，Y 或 Z 轴的折射率分布。

Gradium 折射率截面图



显示 Gradium 材料轴向折射率变化曲线



截面分布：折射率截面分布的名称。详细信息请参考“GRADIUM 表面”一节。

表面：所绘制的表面编号

波长：所计算的波长编号

讨论：

如果表面选择“无”，则无论选择哪种波长，玻璃材料的截面分布都将使用参考波长进行计算。如果选中其中一个 Gradium 表面，则任何定义波长或参考波长都可以被选择。此外，如果选择了其中一个表面编号，则玻璃材料的起始和结束的位置会在图表中使用“X”进行标记。其中起始和结束为止考虑了所定义表面的矢高。

材料工具


Materials
Tools


Glass Compare
Glass Fitting

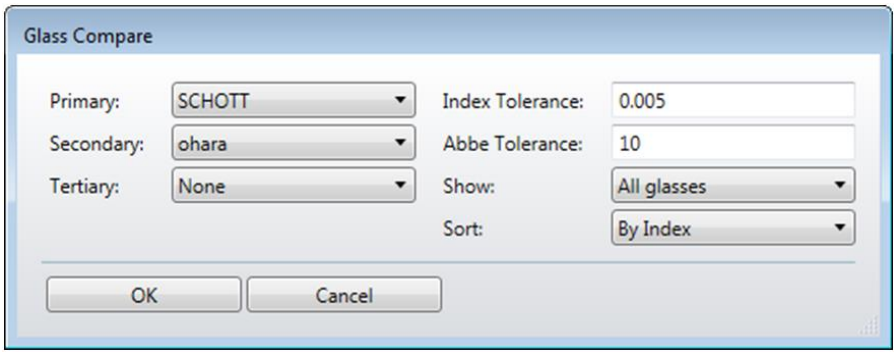

Materials Tools
Tools for entering and comparing optical properties of materials

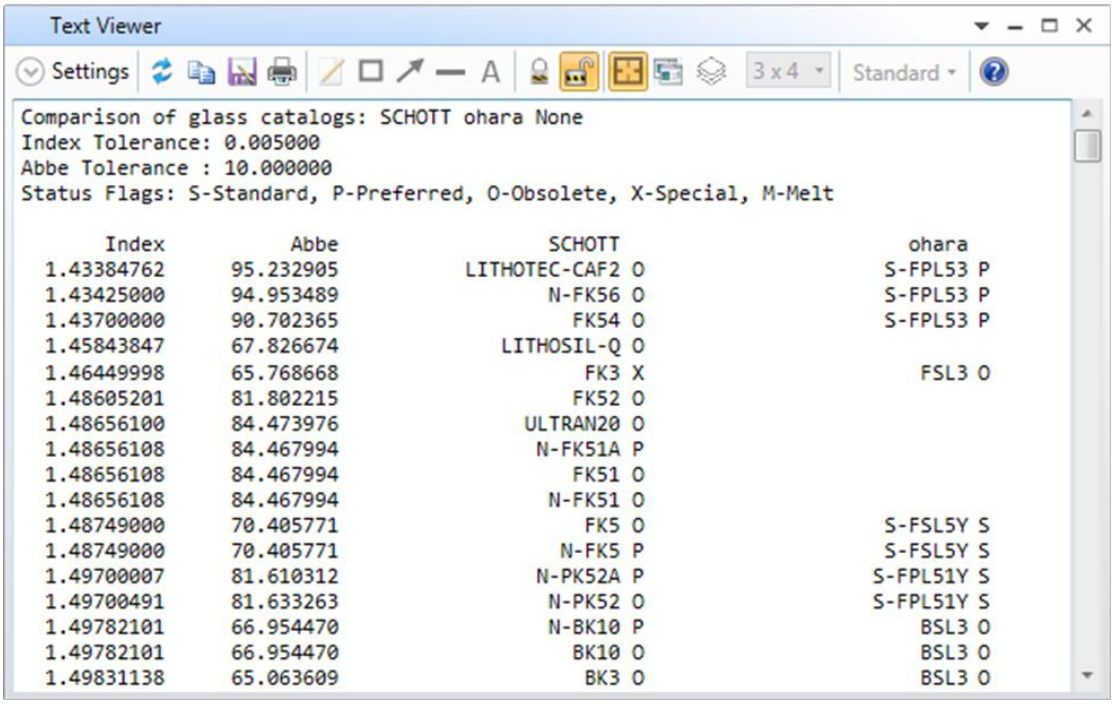
玻璃比较


Glass Compare



比较两个或三个供应商的材料库来寻找可见光波段内相似折射率和色散特性的玻璃材料。





玻璃库 1：第一个玻璃库的名称。该玻璃库将被用作参考材料库。

玻璃库 2：第二个玻璃库的名称。只有与玻璃材料库中所定义公差内的玻璃材料会被列出。

玻璃库 3：第三个玻璃库的名称。只有与玻璃材料库中所定义公差内的玻璃材料会被列出。

折射率公差：用来定义从第二和第三个玻璃库中选取玻璃材料时所允许的，与参考玻璃库中玻璃的 d 光折射率的最大偏差。

阿贝数公差：用来定义从第二和第三个材料库中选取玻璃材料时所允许的，与参考玻璃库中玻璃材料的阿贝数的最大偏差。

显示：可选择列出参考玻璃库中的所有玻璃材料，或只列出那些在当前镜头文件和配置中所使用的玻璃材料。

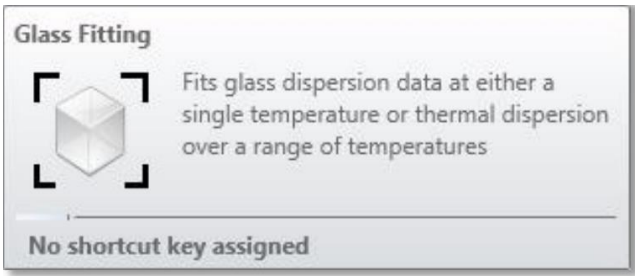
分类：结果可根据 d 光的折射率、名称或者 d 光处的阿贝数进行排序。

讨论

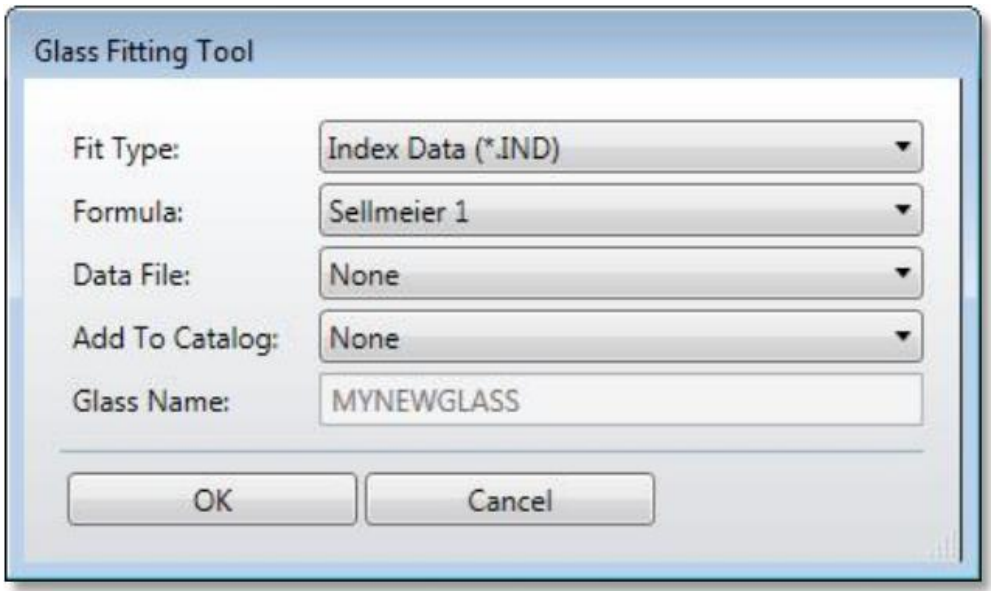
该功能只能会列出在 F-C 波段范围内使用的玻璃材料。如果在“显示”中选择使用玻璃，则该功能会使用镜头数据编辑器的材料列中显示的玻璃材料名称，以判断该材料是否被用于当前镜头和结构中。然而，OpticStudio 不会检查镜头是否确实使用了参考材料库中的玻璃材料。例如，如果当前镜头使用了 X 材料库中的 A1 材料，而参考材料库是 Y，并且在 Y 中同样包含了一个名称为 A1 的材料，那么即便镜头真正使用的是来自材料库 X 的 A1 材料，该功能还是会显示来自材料库 Y 的 A1 材料。如果多个材料库中使用了相同的玻璃材料名称，则必须十分小心地检查擦玻璃材料的所有数据是否来自于目标玻璃材料。

玻璃拟合





在单一温度或某温度区间内对玻璃色散数据进行拟合。



拟合类型：选择折射率数据或者热折射率数据。
公式：选择所要使用的色散公式。有关色散公式的完整描述参参考“材料色散公式”一节。

数据文件：包含色散数据的数据文件的名称。当拟合折射率数据时，文件的扩展名为 IND。当拟合热折射率数据时，文件的扩展名为 TID。有关文件格式的信息请参考下文中的讨论。

增加到库：如果选择“无”，则数据在拟合后会生成一个报告，但该拟合数据不会被添加到材料库中。如果选择了一个材料库的名称，则拟合数据将会被添加到指定的材料库中。需要注意的是，OpticStudio 不允许将材料数据添加到材料生产厂商提供的材料库中，因此该选项只会列出不是由生产厂商提供的材料库的名称。如果列表中不存在任何材料库，则必须首先创建一个新的材料库。更多信息参参考“创建新的材料库”一节。

玻璃名称：用于添加到所选的材料库中的玻璃材料的名称。

讨论
该功能支持两中不同的文件格式和拟合算法。对于折射率数据，文本文件应以 IND 作为扩展名。其中，文件的第一行应该包含关键词 TEMPERATURE，然后定义以摄氏度为单位的玻璃材料数据的测试温度。在下一行中应包含关键词 PRESSURE，然后定义大气中的环境气压。如果某行或两行都被省略，则将使用默认的 20 度温度和 1.0 标准大气压。剩余的行包含两列数据：波长和折射率。波长值以微米为单位，在指定温度和压强下的空气中进行测量。折射率的定义必须相对于前两行定义的温度和压强。在拟合之前 OpticStudio 会自动将波长和折射率数据转换到参考温度和 1.0 标准大气压下。示例文件如下：

TEMPERATURE 20

PRESSURE 1.0

0.3500000 1.5391663
0.4500000 1.5253195
0.5500000 1.5185224

etc…

对于折射率数据，最多可以拟合 1000 个点。

对于热折射率数据，文本文件应该以 TID 为扩展名。文件的第一行应该包含关键词 PRESSURE，然后定义大气中的环境气压。如果该值被省略，则将使用默认的 1.0 标准大气压。剩余的行包含三列数据：温度、波长和折射率。**第一个数据点的温度将作为玻璃材料的参考温度。**将参考温度的数据列在第一行是很重要的。其他的温度数据应列在参考温度数据之下。所有的温度都是以摄氏度测量的。波长的值都是在参考温度和压强下测量的，以微米为单位。折射率的值必须相对于在每一个数据点的温度和由 PRESSURE 参数定义的压强。在拟合之前 OpticStudio 会自动将波长和折射率数据转换到参考温度和 1.0 标准大气压下。示例文件如下：

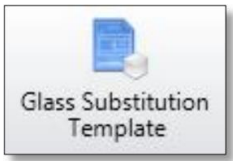
PRESSURE 0.0
20.0000000 0.3500000 1.5391663
20.0000000 0.4500000 1.5253195
20.0000000 0.5500000 1.5185224
20.0000000 0.6500000 1.5145203
etc…
-20.0000000 0.3500000 1.5391663
-20.0000000 0.4500000 1.5253195
-20.0000000 0.5500000 1.5185224
-20.0000000 0.6500000 1.5145203
etc…
40.0000000 0.3500000 1.5391663
40.0000000 0.4500000 1.5253195
40.0000000 0.5500000 1.5185224
40.0000000 0.6500000 1.5145203
etc…

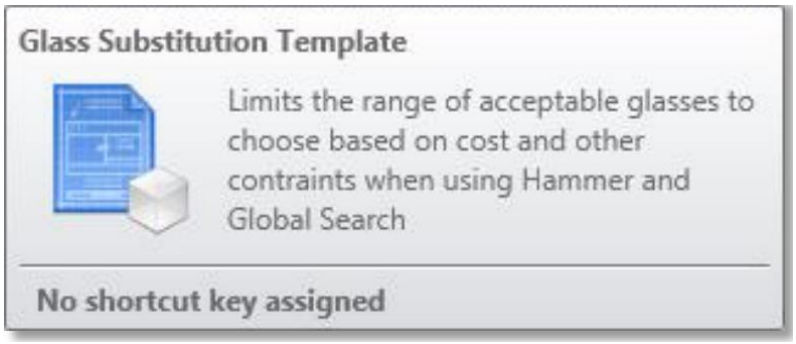
参考温度的最大拟合数据点为 1000 个。所有温度和波长的总数据数在拟合的时候只可能会被有限的内存所限制。需要注意的是，拟合的结果的好坏只取决于所提供的数据。在每个波长处最少需要提供 6 个点，最好多于 12 个。并且最少提供 6 个不同的温度值。在任意温度上使用超过 30 个点时，继续增加拟合点数量只会增加拟合时间并不会提高拟合的精确度。

和所有拟合数据一样，在使用拟合得到的数据之前，必须仔细检查该结果是否达到相应的精度要求。特别要检查拟合折射率数据中不在拟合温度和波长内的拟合结果，这是因为如果数据点比较稀疏的时候，色散公式可能在数据点之间偏离超过合理的范围。

IND 和 TID 文件都应保存在文件夹<glasscat>中(请参考帮助文件中的“文件夹”一节)。

玻璃替换模板（材料工具）

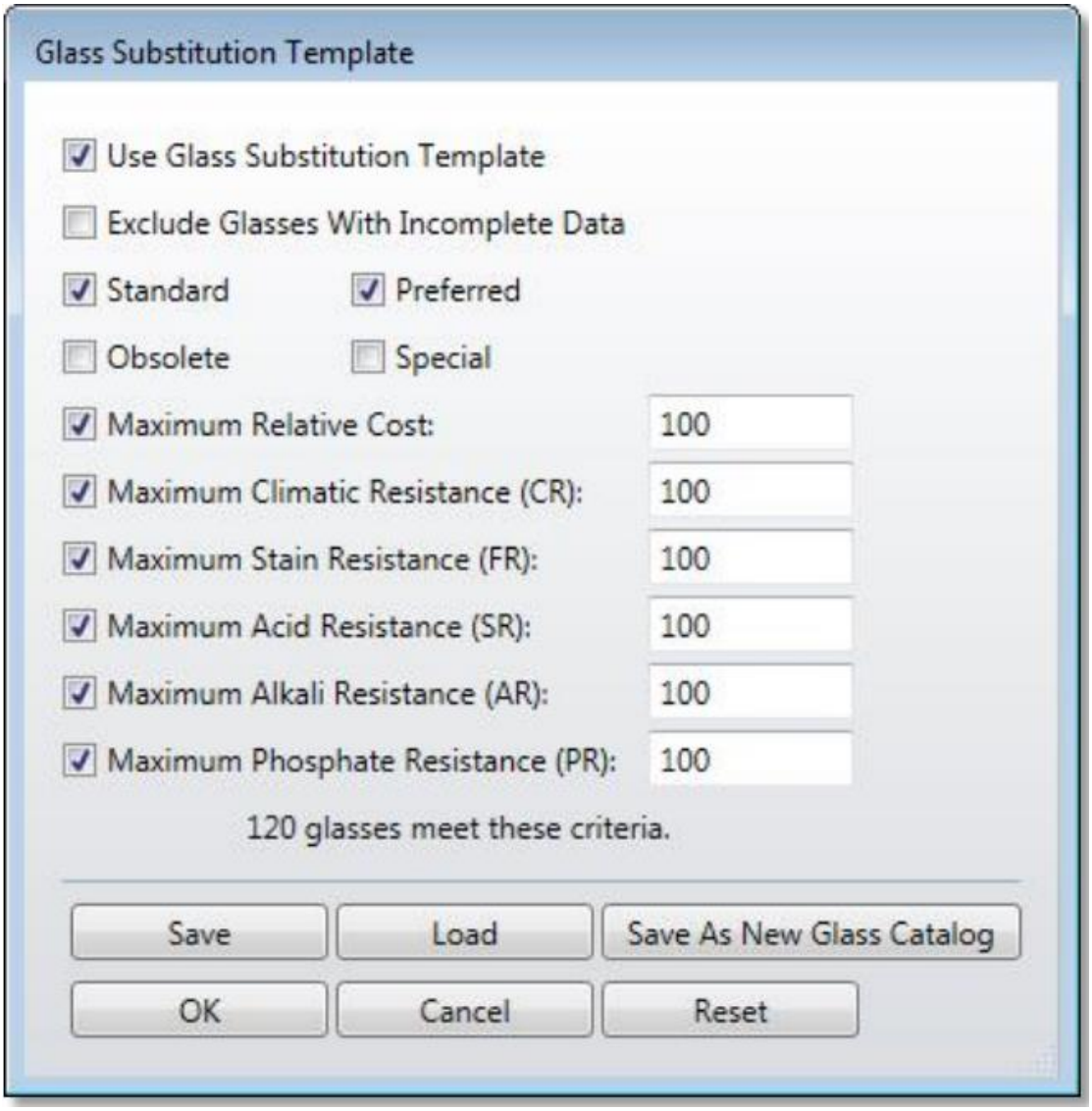




该模板用于定义玻璃材料的花费或机械耐受性的最大限制。

在全局优化需要将模型玻璃替换为实际玻璃材料时，该模板用于选择可用材料。

(请参考帮助文件中的“使用材料库”一节)，并且在计算 RGLA 操作数的值时，请参考“RGLA”。



使用玻璃替换模板：如果勾选该选项，则可以定义参数来限制全局优化器所选择替换材料。

排除数据不完全的玻璃：如果选中该选项，则模板数据不完整的材料将不会被全局优化器选择。只有非零的模板值的相关数据会在排除玻璃材料前检测。

标准、首选、废弃、特殊：这些选项指定了可以选择的玻璃材料的状态。不同选项之间为逻辑“或”的关系。

例如，如果同时勾选了标准和废弃，那么状态为标准或者废弃的玻璃材料都可被选择，需要注意的时，一种玻璃材料只能有一种状态。

请参考“材料库数据的说明”。

最大相对成本：最大的相对成本。Schott 公司生产的 BK7 玻璃的成本为 1.0，所有其他的玻璃材料会更加昂贵，因此相对成本的值更高。如果设为零，则将会忽略相对成本。
最大抗温性（CR）：所允许的最大抗温值。如果设为零，则将被忽略。
最大抗污性（FR）：所允许的最大抗污值。如果设为零，则将被忽略。
最大抗酸性（SR）：所允许的最大抗酸值。如果设为零，则将被忽略。
最大抗碱性（AR）：所允许的最大抗碱值。如果设为零，则将被忽略。
最大抗磷酸盐（PR）：所允许的最大抗磷酸盐值。如果设为零，则将被忽略。

保存：将当前的设置保存为*.GST 文件。
加载：从之前保存的*.GST 文件中加载设置。
另存为新玻璃库：将所有符合当前标准的玻璃材料保存到新的玻璃库中。
确认：接受当前设置。
取消：恢复为之前的设置。
重置：重新加载默认设置。

讨论

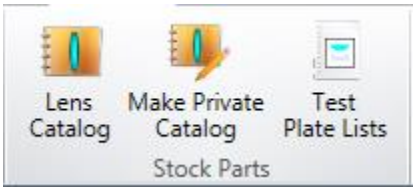
如果不勾选“使用材料替换模板”选项，则当前材料库中定义的任何材料都可被选择，除非被“排除数据不全的玻璃”选项排除或者波长范围不符合当前镜头。对于不包含相对成本的值或不包含耐受性代码的玻璃材料，标志“？”将显示在材料库中对应的选项中。如果勾选了“派出数据不全的玻璃”选项，则没有相对成本和耐受性代码的玻璃材料将不会被选中。模板数据会和镜头文件一同保存，因此模板参数是由镜头文件指定的。如果没有材料符合指定的模板参数，那么该材料的替换状态将被自动移除。

在需要将模型玻璃转换为实际玻璃材料的时候，也可以使用玻璃替换模板。当模型玻璃转换为实际玻璃材料时，可能无法搜索到任何玻璃材料符合指定的模板。如果发生这种情况，则 OpticStudio 将会首先忽略“排除数据不全的玻璃”选项，并再次尝试是否可以发现一种符合模板标准的玻璃材料。如果依然没有玻璃符合标准，则 OpticStudio 会完全忽略模板并且再次尝试。如果仍然没有发现合适的玻璃材料，则材料库中的玻璃编号为 1 的材料将被使用，无论该材料具有何种特性，即使该材料的波长范围并不合适或者与模型玻璃的参数相去甚远。

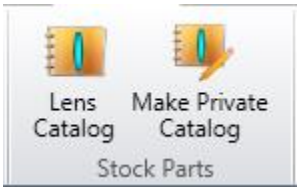
点击参数左侧的复选框可以单独激活或关闭相对成本、CR、FR、SR、AR 和 PR 以进行单独测试。

库存镜头组

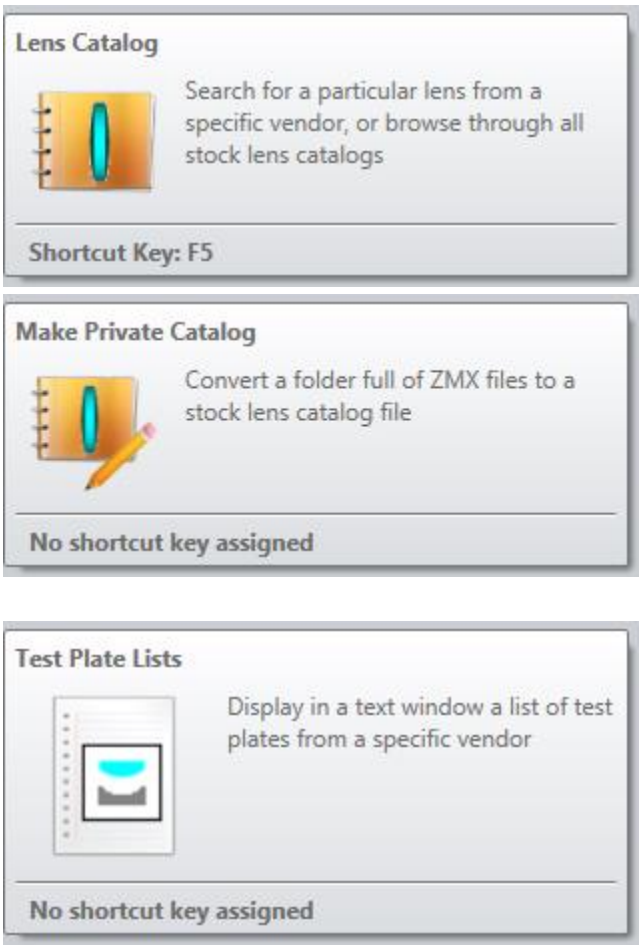
库存镜头组（序列 UI 模式）.



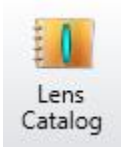
库存镜头组（非序列 UI 模式）。

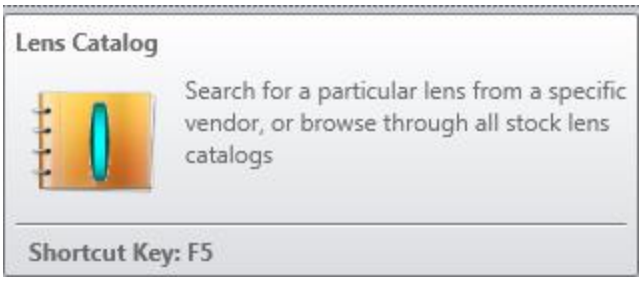


这些工具为库存镜头工具。

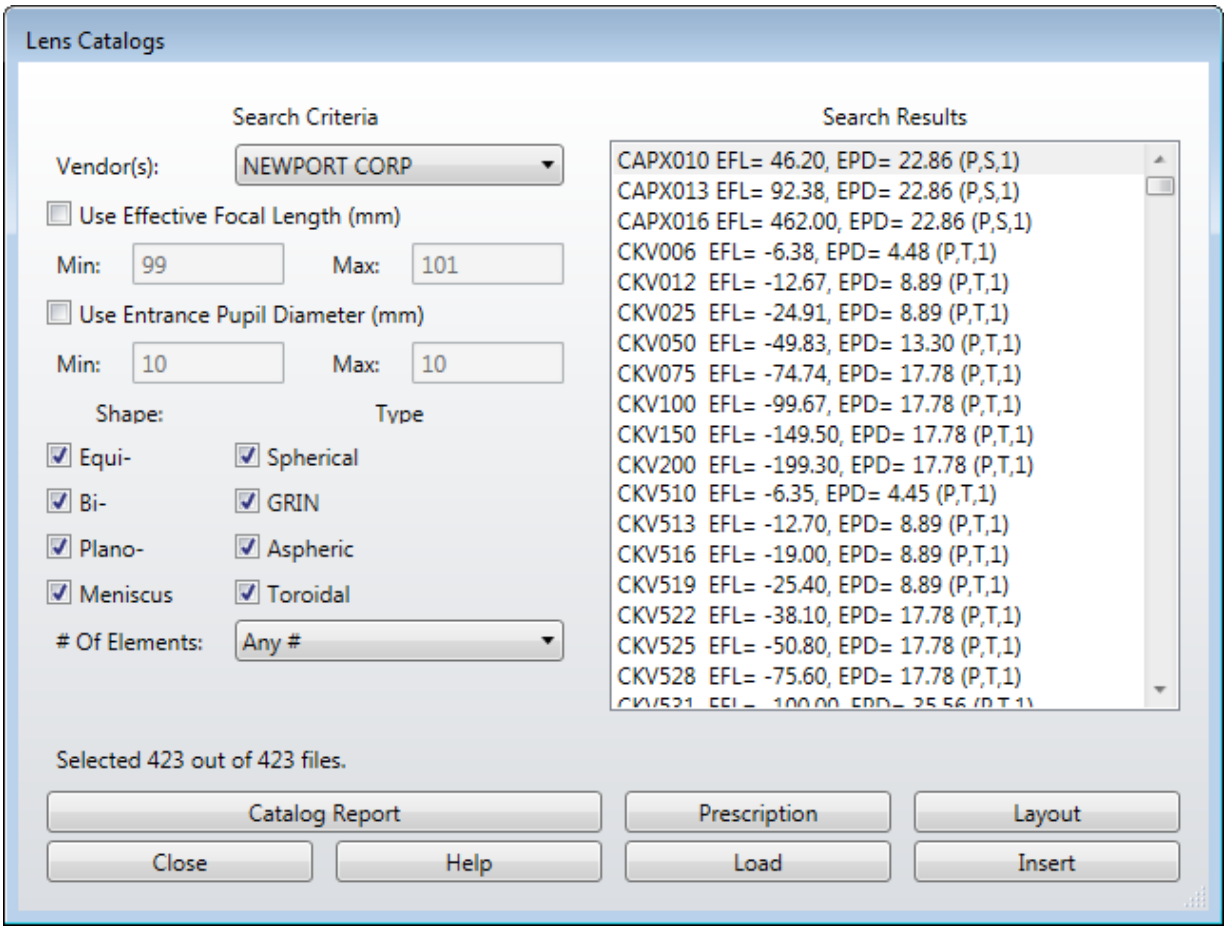

Lens Catalog
Search for a particular lens from a specific vendor, or browse through all stock lens catalogs
Shortcut Key: F5
Make Private Catalog
Convert a folder full of ZMX files to a stock lens catalog file
No shortcut key assigned
Test Plate Lists
Display in a text window a list of test plates from a specific vendor
No shortcut key assigned

镜头库


Lens
Catalog



用于从库存镜头库中浏览或搜索特定的镜头。



生产厂商：列出可供选择的库存镜头供应商。每个供应商名称是包含该供应商可用库存镜头的文件名称。供应商的数据文件必须放置在<data>\Stockcat 文件夹中（参考帮助文件中的“文件夹”一节）。

使用有效焦距（mm）：如果勾选该选项，则指定的有效焦距范围将作为搜索标准的一部分，否则将搜索任何焦距的镜头。

最小/最大：用于定义可接受的有效焦距的范围，以毫米为单位表示。

使用入瞳直径（mm）：如果勾选该选项，则指定的入瞳直径范围将作为搜索标准的一部分，否则将搜索任何入瞳直径的镜头。

最小/最大：用于定义可接受的入瞳直径的范围，以毫米为单位表示。

等-、双-、平-、新弯月：如果勾选了其中的选项，那么将搜索符合至少其中一项要求的镜头。例如，如果勾选了等-和双-选项，那么将搜索满足等凸/等凹或双凸/双凹搜索标准的镜头。

球面、渐变折射、非球面、柱面：如果勾选了其中的选项，那么将搜索符合至少其中一项要求的镜头。对于不是渐变折射、非球面或柱面的镜头，“球面”类别也可作为“其它”类别。

元件数量：选择镜头中符合搜索标准的可接受的元件数量。选择“任意#”选项将在搜索过程中包含所有镜头。

搜索结果：列出指定的生产厂商镜头目录中符合当前搜索标准的所有镜头文件。

搜索：根据当前搜索条件，在指定生产厂商的镜头目录文件中重新搜索镜头。

载入：将当前所选的镜头文件载入到镜头数据编辑器，并更新所有窗口，显示新载入的镜头数据。

插入：将当前选择的镜头文件插入到现有的镜头文件中。

在序列模式中，所选择的镜头将插入到镜头数据编辑器中。点击插入按钮会弹出提示文本框，提示用户选择需要在哪个表面编号后插入该镜头。

在非序列模式中，镜头将插入到当前非序列元件编辑器中当前物体列表的底部。如果插入的镜头中包含多个元件，则第二个及后续的元件将以第一个元件作为参考对象，因此只需要正确定义第一个元件的位置。

玻璃库报告：将当前所选择的镜头库中满足搜索标准的所有镜头显示为文本报告。用于筛选镜头的搜索标准的值会显示在报告的顶部，满足要求的镜头将分 3 次列出。
第一次以镜头名称的首字母的顺序排列，第二次以有效焦距的升序排列，第三次以入瞳直径的升序排列。在每个列表中，每个镜头都提供了以下数据：镜头名称、有效焦距、入瞳直径、形状、类型和元件的数量。其中，后三项数据分别对应于搜索结果列表中每个镜头括号内列出的 3 个代码，更多信息请参考“搜索结果”一节（请参考下文中的讨论）。
详细数据：显示当前所选择的镜头文件的详细数据。
布局图 ：显示当前所选择的镜头文件的 2D 视图（非旋转对称的系统将显示 3D 视图）。
关闭：关闭对话框。

讨论

在搜索结果列表中会列出在所选择的生产厂商镜头库中，所有满足搜索标准的镜头名称、有效焦距以及入瞳直径。在入瞳直径后的括号中包含 3 个代码，例如(P,S,1)。第一个代码表示镜头形状，包括等-、双-、平-、新弯月或其它，分别对应于代码 E、B、P、M 或?。如果镜头为多个元件，则会使用代码“？”。第二个代码表示镜头的类型，包括球面、渐变折射率、非球面或环形，分别对应于代码 S、G、A 或 T。第三个代码表示元件数量。

OpticStudio 在安装完成之后，会自动创建<data>\Stockcat 文件夹（请参考帮助文件中的“文件夹”一节）。该文件夹中，存储了多个扩展名为.ZMF 的文件。每一个 ZMF 文件都包含大量单独的 ZMX 镜头文件，每个镜头文件代表可从各个生产厂商直接获取的库存镜头。下表列出了当前的生产厂商及其联系方式。

库存镜头生产厂商

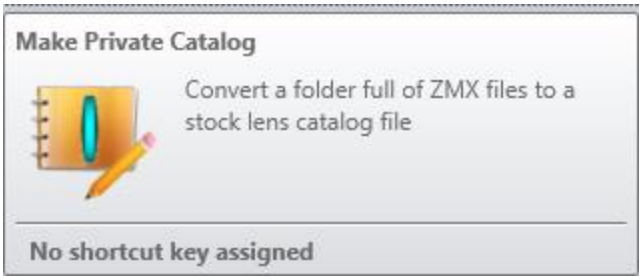
文件名	网站
ANTERYON.ZMF	www.Anteryon.com
ARCHEROPTX.ZMF	www.Archeroptx.com
ASPHERICON.ZMF	www.Asphericon.com
BEFORT-WETZLAR.ZMF	www.Befort-Optic.com
BERNHARD HALLE.ZMF	www.B-Halle.de
COMAR.ZMF	www.ComarOptics.com
CVI MELLES GRIOT.ZMF	www.CVImellesGriot.com
DAHENG OPTICS.ZMF	www.DahengOptics.com
DIAS INFRARED.ZMF	www.Dias-Infrared.de
DIVERSEOPTICS.ZMF	www.DiverseOptics.com
EALING.ZMF	www.EalingCatalog.com
EDMUND OPTICS.ZMF	www.EdmundOptics.com
EKSMA OPTICS.ZMF	www.EksmaOptics.com
ESCO.ZMF	www.EscoProducts.com
GELTECH.ZMF	www.LightPath.com
ISP OPTICS.ZMF	www.IspOptics.com
LIGHTPATH.ZMF	www.LightPath.com
LIMO.ZMF	www.Limo.de
LINOS PHOTONICS.ZMF	www.Linos-Photonics.com
NEWPORT CORP.ZMF	www.Newport.com
NSG.ZMF	www.NSGamerica.com
OPTICS FOR RESEARCH.ZMF	www.OFR.com
OPTOSIGMA.ZMF	www.Optosigma.com
PHILIPS.ZMF	www.Philips.com
QIOPTIC_POLYMER.ZMF	www.QiopticPolymer.com
ROSS OPTICAL.ZMF	www.RossOptical.com
RPO.ZMF	www.RPoptics.com
SIGMA KOKI.ZMF	www.Sigma-Koki.com
SPECIAL OPTICS.ZMF	www.SpecialOptics.com
THORLABS.ZMF	www.ThorLabs.com

如果想要查找与当前镜头数据编辑器中一个或多个表面的参数近似匹配的库存镜头，请将光标放在镜头数据编辑器中表面组的第一个表面，然后点击数据库选项卡中的镜头库工具。则有效焦距和入瞳直径的默认搜索范围将会设置为与此镜头相对应的值。OpticStudio 会自动计算该镜头的有效焦距和入瞳直径，并添加 ± 5%的余量来定义默认的搜索范围。

该功能可用于搜索全部可用的镜头，以便于做出合适的选择。当选择好相应的镜头后，可以直接载入该镜头文件或者将其插入到现有的镜头文件中。

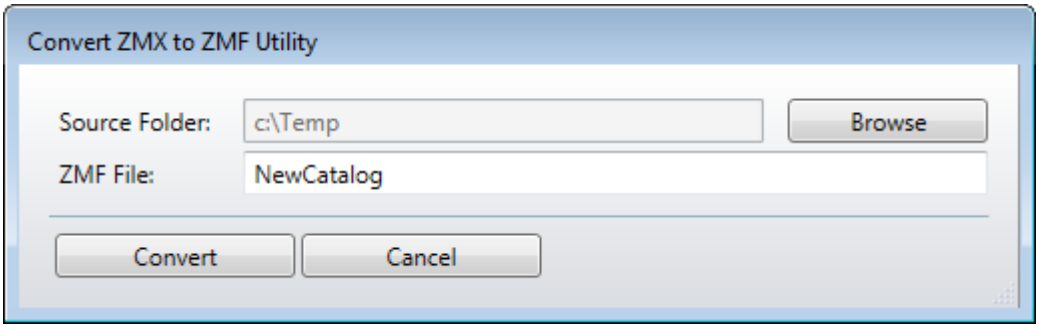
创建个人镜头库





功能：

用于将一个包含多个 ZMX 文件的文件夹转换为库存镜头库文件。



源目录 ：输入包含 ZMX 文件的源文件夹的目录地址。该文件夹中所有的 ZMX 文件都将保存在 ZMF 文件中。

ZMF 文件 ：输入所要创建的 ZMF 文件的名称，该文件将保存在源目录中。

转换：开始转换过程。

取消：关闭对话框。

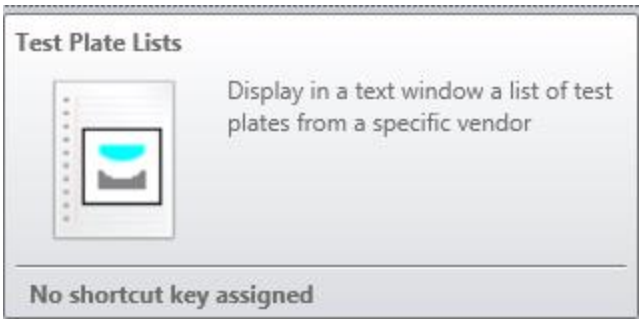
讨论

该功能用于将多个 ZMX 文件转换为单个 ZMF 文件，以供镜头库工具直接调用。详细信息请考帮助文件中的“镜头库”一节。

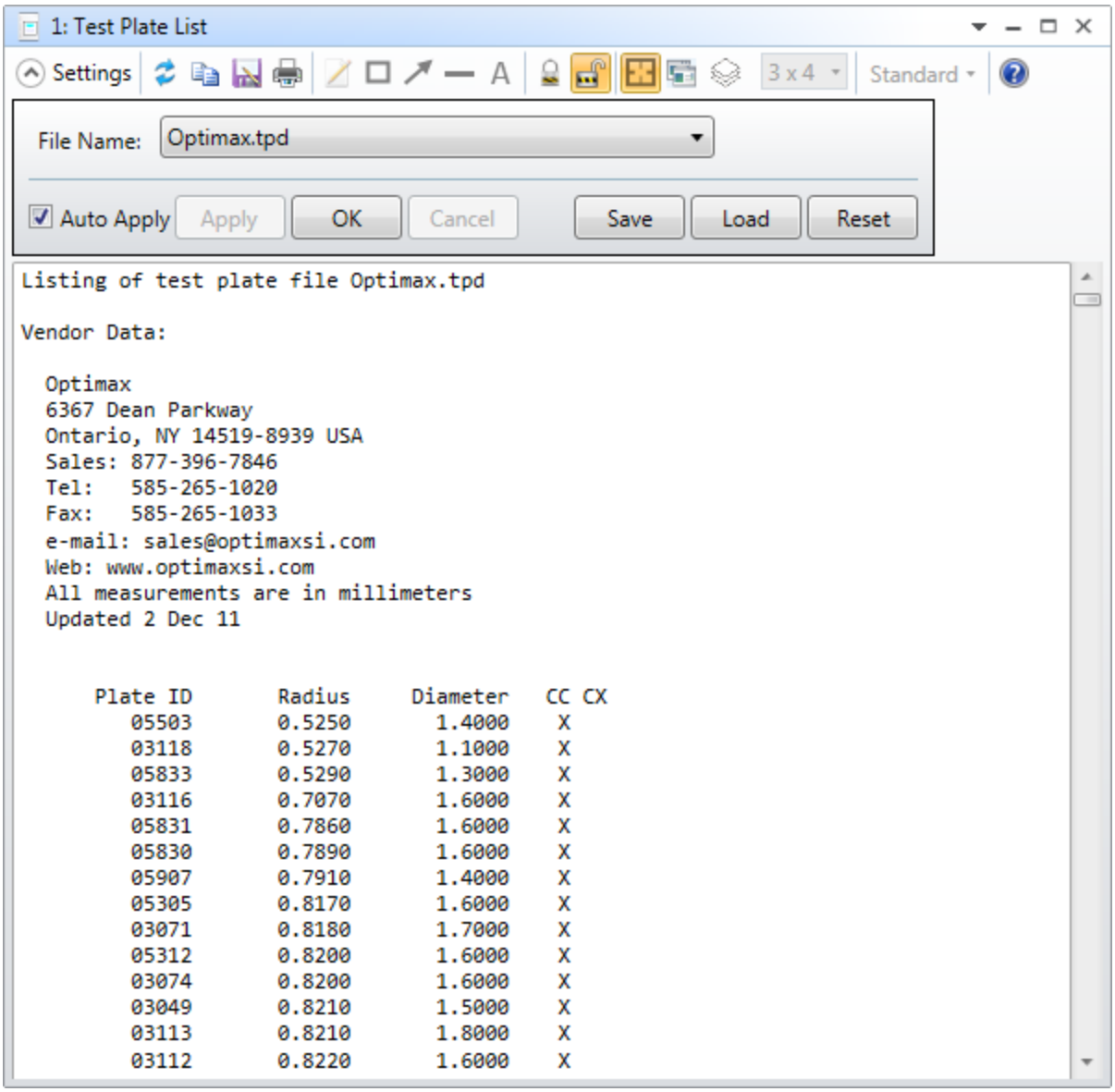
对于可以放置在个人镜头库中的镜头有一定的限制。该功能的目的只在于在镜头库中保存一些简单镜头，例如单镜头，双胶合透镜或三片镜。对于包含复杂形状的曲面、DLLs、非序列元件等的镜头，在转换为简化的库存镜头格式时可能会出现错误，进而导致这些文件无法被正确的搜索。该功能不支持多重结构文件，如果对多重结构文件进行转换将使文件的结构减少为一个。文件名称需要使用简单的 ANSI 名称，因为源文件夹中镜头文件名称中，使用空格分隔的第一个单词将用作库存镜头库中的镜头名称。例如，一个名为“Lens number 5.ZMX”的文件在转换后的镜头名称为“Lens”。一个更好的命名方法是将文件命名为 L005.ZMX，那么在转换后镜头名称为“L005”。该功能不支持 Unicode 格式的文件名称，对其进行转换时会替换为最接近的 ANSI 字符串，这在某些情况下可能会导致镜头名称有些奇怪。

样板列表(库存镜头组)





以文本的形式显示特定生产厂商的样板列表。



文件名称：样板文件的名称。该文件必须位于<data>\Testplate 文件夹中（请参考帮助文件中的“文件夹”一节）。

讨论

报告上的所有单位均为 mm。其中，CC 列和 CX 列分别表示对应的样板是否支持凹面或凸面。

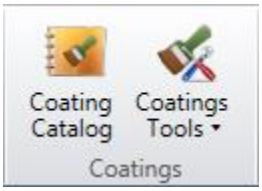
样板列表供应商

文件名	网站
Applied.tpd	www.Applied-Optics.com
Atoptical.tpd	www.AToptical.com
Bern.tpd	www.BernOptics.com
Brighten I.tpd	www.BrightenOptics.com
Brighten II.tpd	www.BrightenOptics.com
Brighten III.tpd	www.BrightenOptics.com
Computer.tpd	www.ComputerOptics.com
Continental.tpd	www.OceanOptics.com
CVIMG_Albuquerque.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_All_Sites.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Covina.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Japan.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Korea.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Leicester.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Rochester.tpd	www.CVIMellesGriot.com
Docter.tpd	www.DocterOptics.com
Edmund.tpd	www.EdmundOptics.com
ELCAN.tpd	www.Elcan.com
Harold Johnson.tpd	www.HJol.com
ICOpticalSystems.tpd	www.ICOpticalSystems.com
II-VI.tpd	www.II-VI.com
ISPOptics.tpd	www.ISPOptics.com
J L Wood.tpd	www.JLWos.com
Janos.tpd	www.JanosTech.com
Jenoptik.tpd	www.JenOptik-Inc.com
JML_cylindrical.tpd	www.JMLOptical.com
JML_spherical.tpd	www.JMLOptical.com

Kreischer.tpd	www.Kreischer.com
LaCroix.tpd	www.LaCroixOptical.com
Liebmann.tpd	www.Liebmann.com
LINOS Photonics.tpd	www.LINOS.com
Mikrop.tpd	www.Mikrop.ch
MOSAIC.tpd	www.MosaicOptics.com
Newport Corp.tpd	www.Newport.com
OCI.TPD	www.OCIOptics.com
Opco Laboratory Inc.TPD	www.OpcoLab.com
Optico.tpd	www.OptiLens.com
Optics for Research.tpd	www.OFR.com
Optimax.tpd	www.OptimaxSI.com
PFG_Optics.tpd	www.PFGOptics.com
Pog.tpd	www.PrecisionOptic.com
Qioptiq Asslar.tpd	www.Qioptiq.de
Qioptiq Singapore.TPD	www.Qioptiq.com
Republic Lens.tpd	n/a
Rocky Mountain.tpd	www.RMico.com
Ross.tpd	www.RossOptical.com
RPO.TPD	www.RPOptics.com
RROITestPlates.tpd	www.rr-optics.com
Sill Optics-Test Plates.tpd	www.SillOptics.com
Silo.tpd	www.Silo.it
Special Optics.tpd	www.SpecialOptics.com
Spectros.tpd	www.Spectros.ch
SVG Tinsley.tpd	www.Asphere.com
Tower.tpd	www.TowerOptical.com
Tropel.tpd	www.Tropel.com
Tucson Optical Research.tpd	n/a
Wavelength Opto-Electronics (SG).tpd	www.Wavelength-Tech.com

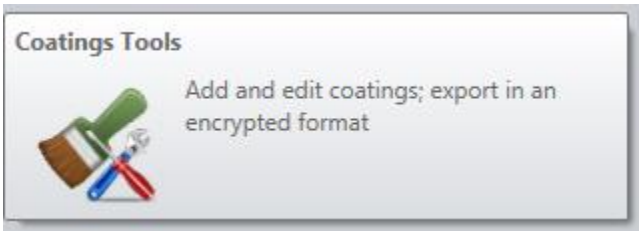
[膜层组] (Coatings Group)

膜层组中包含膜层工具。

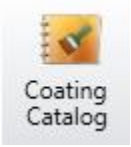


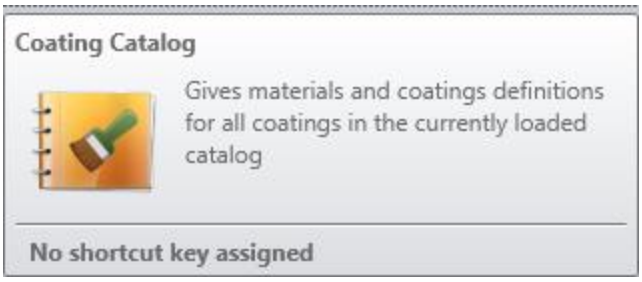




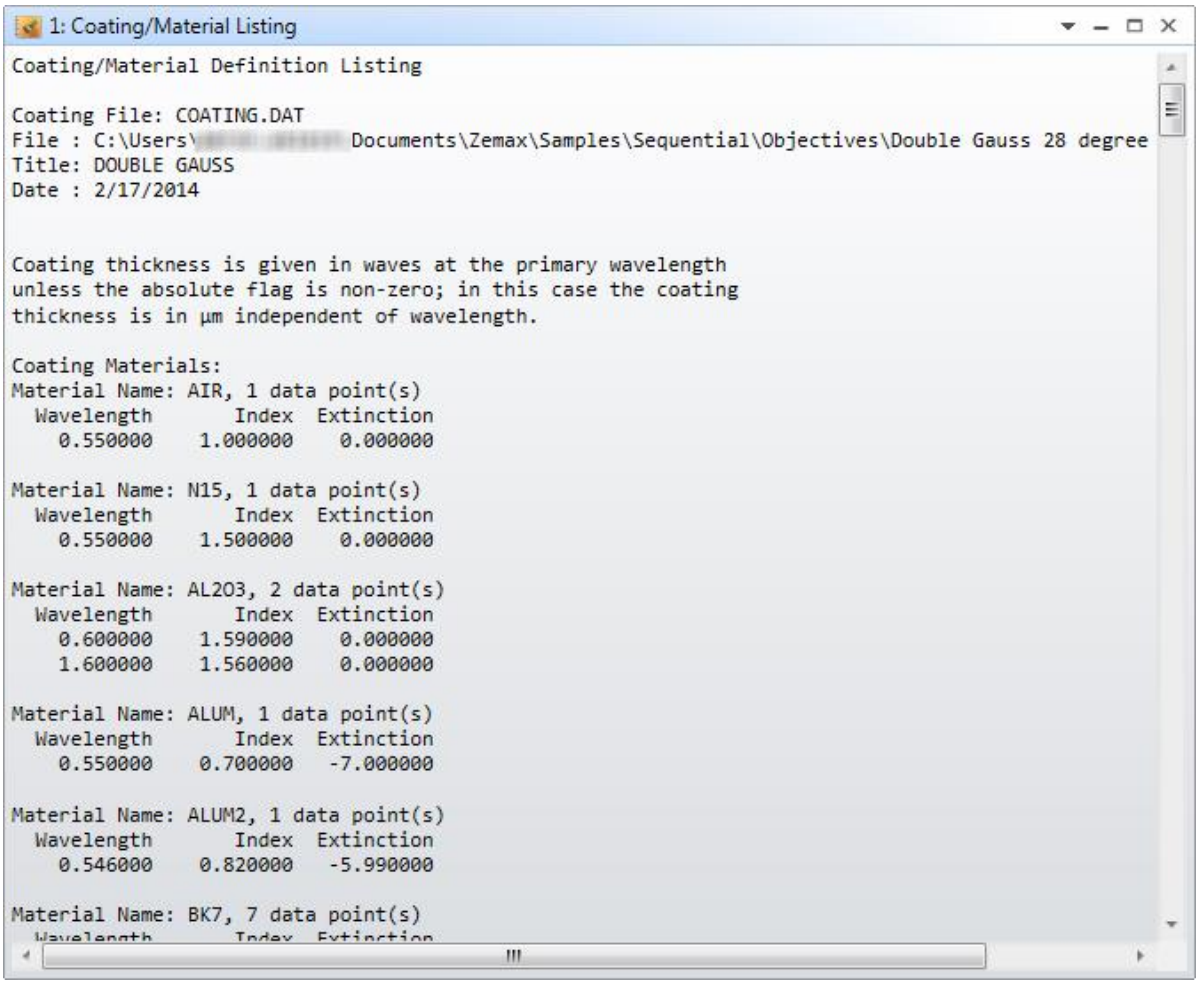


[膜层库] (Coating Catalog)





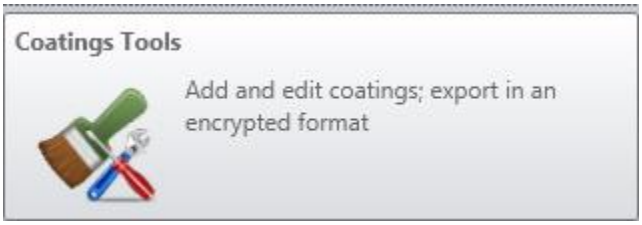
膜层库功能以文本形式展示了可应用于当前镜头的膜层文件中材料及膜层定义列表。



[膜层工具] (Coating Tools)



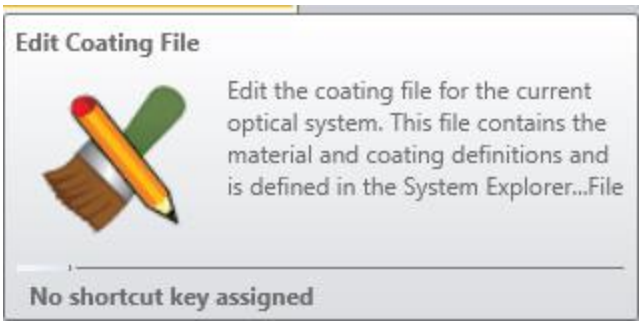




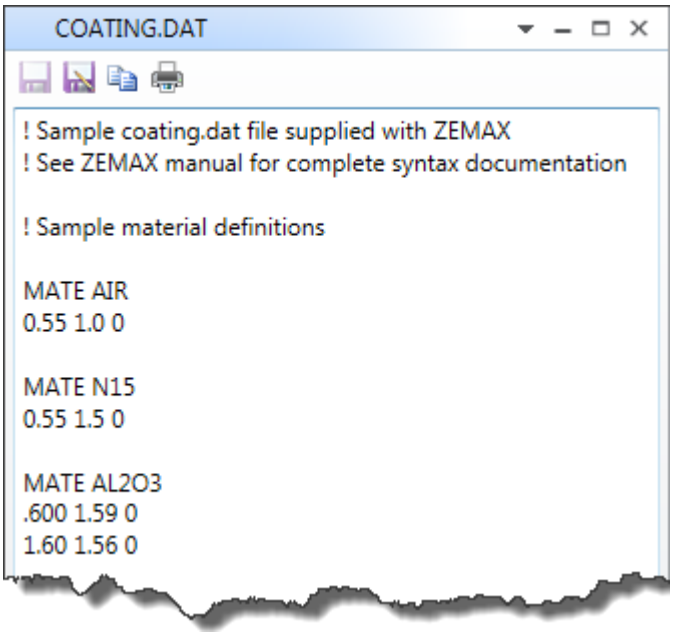
该工具可添加和编辑膜层，并以加密格式导出膜层文件。

[编辑膜层文件] (Edit Coating File)





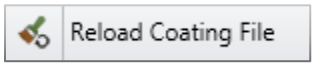
该功能使用 Windows 记事本编辑器来为当前镜头编辑膜层文件。该文件包含材料及膜层定义。

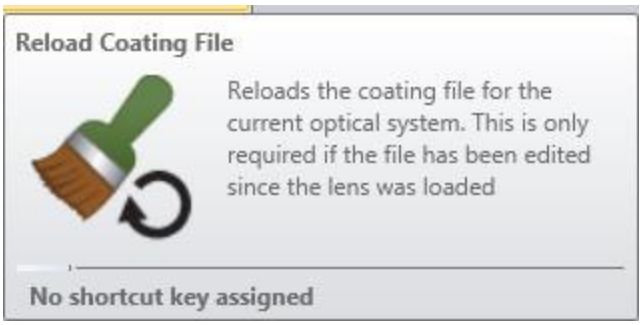


详述 (Discussion)

请参阅用户手册中的“偏振分析 (Polarization Analysis) ”一章。如果编辑了膜层文件，则必须通过选择如下所述的“重新加载膜层文件 (Reload Coating File) ”来手动重新加载文件，或者选择保存并重新加载文件来更新膜层数据。

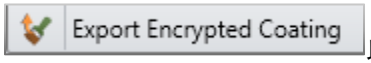
[重新加载膜层文件] (Reload Coating File)





该功能为当前镜头重新加载膜层文件。如果文件在加载之后被编辑过，那么需要用到此功能。

[输出加密膜层文件] (Export Encrypted Coating)



此功能可将单个膜层输出为 ZEMAX 加密膜层 (ZEC) 文件。若要输出整个镜头为加密文件，请参阅输出 ZEMAX 黑盒数据 (Export Zemax Black Data) 。

膜层 (Coating) 要输出的膜层的名称。
文件名 (File Name) 所创建的文件名称。文件名不包含任何路径或扩展名。文件将创建在膜层文件夹中（参阅用户手册中的文件夹 (Folders) 章节），并且会自动附加“ZEC”扩展名。
波长 (Wavelength) 以微米为单位的波长，在系统温度和压强下的空气中测量的，用于定义膜层厚度。只有在将膜层从光学厚度转换为绝对厚度时才使用波长值。见下文。
转为绝对厚度 (Convert to Absolute Thickness) 将膜层中相对于主波长定义的光学厚度（例如，四分之一波长厚度）转换为绝对厚度。为避免出错，建议选择此选项。如果在膜层定义时保留了相对光学厚度，那么加密膜层文件的终端用户可以通过改变设计内波长来定义膜层的某些属性。使用上述设置中的波长值可将相对主波长厚度转换为绝对厚度。

详述 (Dicussion)

光学膜层的设计人员和制造商通常不会泄露膜层设计的详细信息。此功能允许将 OpticStudio 格式定义的膜层输出为一个加密文件。在某些特殊光学系统中，用户需要用到膜层进行光线追迹及性能分析，此功能可以保证在不泄露膜层设计详细信息的情况下，为用户提供膜层信息。

输出的膜层数据包含准确再现膜层特性所需的所有材料、折射率、消光系数、色散和膜层数据。没有使用近似值或列表形式数据。不支持渐厚膜层、理想膜层或表格膜层。在定义要导出的膜层时，最多可以使用 12 种不同的材料和 400 层膜层。

若要使用加密膜层文件，请参阅用户手册中的加密数据 (The ENCRYPTED data section) 部分。

加密基于 256 位算法，该算法可提供良好的安全性，但并不是不可破解。此功能以上述方式提供，用户在使用加密格式分享敏感数据之前，应该确定实施的加密是否能够为预期的应用提供足够的安全性。Zemax LLC 不为使用此功能提供任何担保，也不对此承担任何责任。

[定义膜层] (Defining Coating)

对于电介质材料，折射率是一个纯实数，因此折射率的虚部为零。对于金属材料，折射率为复数。折射率的虚部在一般的应用中有两种符号规约。OpticStudio 使用以下规约：

$$\eta = n + ik$$

其中 n 为普通折射率， k 为消光系数。吸收材料的 k 为负值。另一种符号约定为 $\eta = n - ik$，其中对于吸收材料，k 为正值。但 OpticStudio 使用前一种规约。例如，在 OpticStudio 规约中，铝的折射率可用如下公式表示：

$$\eta = 0.7 - 7.0i$$

请注意，使用此规约时，典型吸收材料的消光系数为负数。折射率符号的选择与相位传播因

子使用的符号规约有关，请参阅传播相位因子 pc、ps (Propagation Phase Factors,pc,ps) 。

OpticStudio 使用一个文本文件来定义所有的膜层数据。这个文件可以是任何有效的文件名。OpticStudio 提供了一个名为 COATING.DAT 的示例文件，所有镜头的默认膜层文件都是 COATING.DAT。可定义多个膜层文件，指定镜头的膜层文件名称可以在系统选项 (System Explorer) 中的文件 (Files) 部分定义。建议在修改原始膜层文件 COATING.DAT 以后，将其保存在一个不同名称的文件中，这样后续更新就不会覆盖 COATING.DAT 文件中的修改。

在膜层文件中，关键字 MATE（表示材料）、TAPR（表示渐厚轮廓）、COAT（表示膜层）、TABLE（表示由列表定义膜层）以及 IDEAL 或 IDEAL2（表示理想膜层）用于定义不同类型的膜层数据。首先定义所有的材料和渐厚轮廓，然后再定义其他膜层信息。材料、渐厚轮廓和膜层可以是任何用户自定义的名称，最大长度为 32 个字符。如果名称长度超出了 32 个字符，OpticStudio 将不会发出错误信息提示，而是直接将其截断，只保留前 32 个字符。如果多种材料/渐厚轮廓/膜层都用相同的名称，则只有第一次定义有效。

[编辑膜层文件] (Editing the Coating File)

有几种方式可以访问膜层文件中的数据。首先，可以在 OpticStudio 外使用任何文本编辑器来编辑文件。其次，可以单击数据库选项卡 (Libraries Tab) 下膜层工具 (Coating Tools) 中的编辑膜层文件 (Editing Coating File) 选项，由此调用 OpticStudio 文本编辑器来编辑文件。此外，在数据库选项卡 (Libraries Tab) 中有膜层库 (Coating Catalog) 选项，列出了当前镜头膜层文件中的材料及膜层定义数据。如果编辑了膜层文件，则必须重新加载文件来更新膜层数据，工具 (Tools) 菜单内存在选项用于重新加载。可以单击数据库选项卡 (Libraries Tab) 的膜层工具 (Coating Tools) 中的重新加载膜层文件 (Reload Coating File) 选项来重新加载膜层文件，或者使用系统选项 (System Explorer) 的文件 (Files) 部分中的重新加载 (Reload) 按钮来重新加载膜层文件。

[膜层文件数据语句] (Coating File Data Syntax)

膜层文件由定义材料、渐厚轮廓和膜层的一系列数据组成。数据采用以下格式和语句。每个数据部分在后文中都有详细的描述。

```
!任何以 ！ 符号起始的行表示注释行。
!有关 MATE 格式的信息，请参阅下面的“MATE 数据部分”。
MATE <material name>
Wavelength real imaginary
Wavelength real imaginary

....

MATE <next material name>
Wavelength real imaginary
Wavelength real imaginary
....

!有关 TAPR 格式的信息，请参阅下面的“TAPR 数据部分”。
TAPR <taper name>
DX decenterx
DY decentery
AN rotation_angle (degrees)
RT termnumber radialterm
CT termnumber cosineterm
PT termnumber polyterm
....

TAPR <next taper name>
DX decenterx
DY decentery
AN rotation_angle (degrees)
RT termnumber radialterm
CT termnumber cosineterm
PT termnumber polyterm
....

!有关 COAT 格式的信息，请参阅下面的“COAT 数据部分”。
COAT <coating name>
material thickness is_absolute loop_index tapername
material thickness is_absolute loop_index tapername
...
```

```
COAT <next coating name>
material thickness is_absolute loop_index tapername
material thickness is_absolute loop_index tapername
...

COAT I.transmission

ENCRYPTED filename

!有关 IDEAL 格式的信息，请参阅下面的“IDEAL 数据部分”。
IDEAL <name> <Transmitted intensity> <Reflected intensity>

!有关 IDEAL2 格式的信息，请参阅下面的“IDEAL2 数据部分”。
IDEAL2 <name> s_rr s_ri s_tr s_ti p_rr p_ri p_tr p_ti no_pi_flag

!有关 TABLE 格式的信息，请参阅下面的“TABLE 数据部分”。
TABLE <coating name>
ANGL <angle in degrees>
WAVE <wavelength 1 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 2 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 3 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
...

ANGL <next angle in degrees>
WAVE <wavelength 1 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 2 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 3 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
...
```

关于膜层定义中每个关键字的详细信息，请参阅后文中的详述部分。

[MATE 数据部分] (The MATE data section)

语句：

```
MATE <material name>
Wavelength real imaginary
Wavelength real imaginary
....
```

材料名称可以是任何用户自定义的名称，最大长度为 32 个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。

OpticStudio 通过以下方式使用材料数据：

波长量的单位始终为微米。波长必须按照升序方式定义。

实部值为该波长下材料的实际折射率。

虚部值为消光系数。

如果对于一种材料只提供了一种波长值，则无论对哪种波长进行光线追迹，都会使用此折射率的实部和虚部。因此会忽略膜层材料的色散。

如果对于一种材料定义了两个或更多波长，则当波长小于所定义的最短波长时，会使用最短波长的数据。当波长大于所定义的最大波长时，会使用最大波长的数据。对于二者之间的波长，会使用线性插值的方式。

[TAPR 数据部分] (The TAPR data section)

语句：

```
TAPR <taper name>
```

```
DX decenterx
DY decentery
AN rotation_angle (degrees)
RT termnumber radialterm
CT termnumber cosineterm
PT termnumber polyterm
....
```

通常情况下，OpticStudio 假设膜层厚度在整个光学表面上是均匀的。但是，由于某些光学膜层的应用方式不同，光学表面上的膜层厚度可能变化。渐厚膜层是通过应用渐厚函数来定义的，该函数计算出一个无量纲的系数，然后用该系数乘以名义膜层厚度。膜层系中的任何一层都可以使用渐厚属性，并且每一个膜层都可以有不同的渐厚属性。渐厚的形式可以是径向多项式、余弦函数或 xy 方向的通用多项式。可以同时使用多种模型，并且渐厚函数可选择性地偏心和旋转。

有效膜层厚度为：

$$d_{eff} = d \times (f_r + f_c + f_p),$$

其中 d 为名义膜层厚度，而 fr、fc 和 fp 分别为径向、余弦和多项式渐厚因子。渐厚因子是偏心和旋转坐标 (x′, y′) 的函数。偏心和旋转坐标可以通过局部表面坐标来计算，其转换公式如下所示：

$$x' = (x - x_d)\cos\theta - (y - y_d)\sin\theta,$$

$$y' = (x - x_d)\sin\theta + (y - y_d)\cos\theta,$$

其中 θ 表示以度为单位的渐厚函数旋转角度。径向坐标可以定义为：

$$r = \sqrt{(x')^2 + (y')^2} \quad .$$

径向渐厚因子定义为：

$$f_r = \sum_{i=0}^{22} \beta_i r^i ,$$

余弦渐厚因子定义为：

$$f_c = \sum_{i=0}^{5} \delta_i (\cos\alpha)^i ,$$

其中 α 定义为：

$$\sin\alpha = \left|\frac{r}{R}\right| ,$$

其中 r 为上文所定义的径向坐标。对于序列表面的膜层，R 为镜头数据编辑器中半径 (Radius) 列定义的表面曲率半径。余弦渐厚因子只用在旋转对称的序列表面上。对于非序列物体面上的膜层，R 始终为无限大，无论物体的形状如何，都不使用余弦渐厚因子。

多项式渐厚因子定义为：

$$f_p = \sum_{i=0}^{22} \gamma_i E_i ,$$

其中 E_i 为 x′ 和 y′ 中的多项式项。E_i 项为幂级数：

$$E_0 = 1 , E_1 = x' , E_2 = y' , E_3 = (x')^2 , E_4 = x'y' , E_5 = (y')^2 , E_6 = (x')^3 , \text{etc.}$$

请注意，在不同曲率半径的基底上，余弦渐厚因子将会产生不同的膜层。若要定义厚度以 cos θ 精确变化的膜层，余弦渐厚因子 δ_0 应当为零，余弦渐厚因子 δ_1 应当为 1.0。当将余弦渐厚因子应用于非序列组件物体中的膜层时，会忽略基底的半径，并将其视为平面。但仍然使用径向渐厚因子和多项式渐厚因子。

如果渐厚因子总和为负数，OpticStudio 会将其设置为 0。参数 x_d、y_d、θ、γ_i、δ_i 和 β_i 都在膜层文件的渐厚数据部分定义。请注意，定义时使用了径向坐标的偶次幂、奇次幂和零次幂项。这些系数通常是具有单位和量级的，取决于镜头单位。

在定义或使用渐厚膜层时，应当认真检查使用的镜头单位是否正确。

渐厚名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为 32 个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。

OpticStudio 通过以下方式使用渐厚数据：

如果关键字 TAPR 后面任何一行中的第一个关键字为 DX 或 DY，那么同一行中 DX 或 DY 后面的数据值分别表示 x 方向偏移量 x_d 或 y 方向偏移量 y_d，单位为镜头单位。

如果关键字 TAPR 后面任何一行中的第一个关键字为 AN，那么同一行中关键字 AN 后面的数据值表示渐厚旋转角度 θ。

如果第一个关键字为 RT，则第二个数值必须是介于 0 到 22 之间的整数（包含 0 和 22）。这个整数确定了径向项数值。第三个数据值为该项的系数 β_i。

如果第一个关键字为 CT，则第二个数值必须是介于 0 到 5 之间的整数（包含 0 和 5）。这个整数确定了余弦项数值。第三个数据值为该项的系数 δ_i。

如果第一个关键字为 PT，则第二个数值必须是介于 0 到 20 之间的整数（包含 0 和 20）。这个整数确定了多项式项数值。第三个数据值为该项的系数 γ_i。

在没有定义的情况下，OpticStudio 使用的所有项都为零。

如果整个膜层在每个表面上按照不同的数量进行缩放，或者需要优化膜层厚度，请参阅设置选项卡 (The Setup Tab) 帮助文件中表面属性 (Surface Properties) 的膜层 (Coating) 部分，以及本文中通过 OpticStudio 优化膜层 (Optimizing coating with OpticStudio) 部分中有关膜层缩放的说明。

[COAT 数据部分] (The COAT Data Section)

膜层的顺序极其重要。

语句：

```
COAT <coating name>
material thickness is_absolute loop_index tapername
material thickness is_absolute loop_index tapername
...
```

或

```
COAT I.transmission
```

膜层名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为 32 个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。

OpticStudio 通过以下方式使用膜层数据：

当首次读取膜层文件时，OpticStudio 会确保每种膜层的材料均已在材料部分定义。如果参考材料没有被定义，则会出现错误。

膜层厚度可以用该介质中主波长值为单位度量（相对定义），或者以微米为单位而不考虑任何波长（绝对定义）度量。如果使用相对定义，当两个不同镜头文件使用同一个膜层时，其主波长不同将会产生不同的实际膜层厚度。实际的膜层厚度由以下公式定义：

$$d = \frac{\lambda_0}{n_0} T,$$

其中 λ_0 表示以微米为单位的主波长，n_0 为主波长下膜层折射率的实部，而 T 为膜层文件中定义膜层的“光学厚度”。例如，膜层材料的折射率实部为 1.4，主波长为 0.550 微米，则主波长的四分之一膜层 (T = 0.25) 厚度为 0.0982 微米。请注意，只有折射率的实部用于确定膜层厚度。

如果 整数 is_absolute 为零，表示膜层厚度为相对厚度。否则，膜层厚度为以微米为单位的绝对厚度。如果忽略 is_absolute、loop_index 以及 tapername，则默认 is_absolute 和 loop_index 都为零，并且默认不是渐厚膜层。

参数 loop_index 确定 OpticStudio 是如何复制膜层组的。有关详细信息，请参阅下一节。

参阅在表面指定膜层 (Specifying Coating on Surface) 章节，获取更多关于如何在 COAT 数据部分插值膜层层序的内容。

[定义重复膜层层组] (Defining Replicated Groups of Coating Layers)

某些膜层包含有重复的膜层层组。例如，如下所定义的一个膜层：

```
COAT 3GROUPS
MAT0 0.25 0 0
MAT1 0.25 0 0
MAT2 0.50 0 0
MAT3 0.25 0 0
MAT1 0.25 0 0
MAT2 0.50 0 0
MAT3 0.25 0 0
MAT1 0.25 0 0
```

```
MAT2 0.50 0 0
MAT3 0.25 0 0
MAT4 0.25 0 0
```

注意，材料 MAT1、MAT2 和 MAT3 的序列重复了 3 次。虽然这也是一种完全可接受的语法，但是需要 11 个文本行以及 11 个膜层来定义。而通过使用参数 loop_index，可实现重复膜层的简略语法。参数 loop_index 设置为膜层重复的次数。在第一个和最后一个膜层上都必须设置 loop_index（这是为了指定膜层的范围，并且 OpticStudio 在两个方向都会读取膜层数据，如下所述）。上述膜层可简写为：

```
COAT 1GROUP
MAT0 0.25 0 0
MAT1 0.25 0 3
MAT2 0.50 0 0
MAT3 0.25 0 3
MAT4 0.25 0 0
```

请注意，在列出的第一层和第三都标有参数“3”。该语法不仅节省了输入操作，减少了由于疏忽造成的输入错误，便于编辑，而且保证了膜层的总数不变。在膜层定义中膜层的总数是有限制的（见本章中关于膜层数量的限制 (Limits on the amount of coating data) 部分）。上述膜层定义只需要 5 个“膜层”，实际上创建了 11 个膜层。

关于参数 loop_index 的使用，有以下要点：

只要 COAT 标题下方的总行数不超过下文中定义的最大允许膜层数，则定义不同膜层组的数量及每组包含的膜层数量就没有限制。

参数 loop_index 为 0 和为 1 是一样；即：loop_index 为 0 并不意味着不包含膜层组！

循环不可以嵌套，也不可以重叠。

[定义简单理想膜层] (Defining Simple Ideal Coating)

关键字 COAT 也可以用于定义简单理想膜层。语法为：

```
I.transmission
```

其中 transmission 为数值数据。例如，命令：

```
COAT I.75
```

将创建一个名为 I.75 的膜层，可以通过 75% 的光线能量。用这种方法定义的理想膜层会传输指定能量的光线，并能反射其余部分光线能量，而与波长、入射角度、入射材料或基底材料无关。注意：这种理想膜层没有吸收，透射必须大于 0 小于 1。有关更为常见的理想膜层定义，请参阅后文中的 IDEAL 和 IDEAL2 膜层定义。

[加密数据部分] (The ENCRYPTED data section)

语句：

```
ENCRYPTED filename
```

当通过数据库选项卡 (Libraries Tab) 内膜层工具 (Coating Tools) 中的输出加密膜层文件 (Export Encrypted Coating) 选项从 OpticStudio 中输出加密膜层文件格式时，就创建了加密膜层文件。生成的 ZEC 文件必须存放于膜层文件夹中。文件名不能包含路径或扩展名，OpticStudio 会自

动附加扩展名 ZEC。

加密的膜层和材料数据不会显示在膜层列表或分类数据报告中。

[IDEAL 数据部分] (The IDEAL data section)

语句：

```
IDEAL <name> T R TIR
```

Ideal 膜层由三个强度系数来定义：透射率、反射率和全内反射。Ideal 膜层名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为 32 个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。在 Ideal 膜层名称之后，会列出 T、R 和 TIR 的值。如果 T+R 超出了 1.0，则值将会进行调整，从而保证 T+R = 1.0。吸收系数由 A = 1.0 - R - T 自动计算。要创建一个吸收 100%能量的膜层，需要将 T 和 R 都设置为零。OpticStudio 默认透射率相位为零。对于镜面基底，其反射相位为 π。对于其他基底，如果如果入射折射率高于基底折射率，则反射相位为零，否则反射相位为 π。只有当光线全部内反射时，才使用 TIR 强度。如果省略 了 TIR 值，则默认其值为 1.0。

[IDEAL2 数据部分] (The IDEAL2 data section)

语句：

```
IDEAL2 <name> s_rr s_ri s_tr s_ti p_rr p_ri p_tr p_ti no_pi_flag TIR
```

关键字 Ideal2 提供了另外一种定义理想膜层的方法。IDEA2 由 S 和 P 偏振光透射和反射系数的实部和虚部振幅来定义。Ideal2 膜层名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为 32 个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。在膜层名称后面，列出 S 偏振光的反射实部、反射虚部、透射实部以及透射虚部值，然后列出同样的四个 P 偏振光的值。要创建一个吸收 100%能量的膜层，需要将透射率和反射率的值全都设置为零。反射率和透射率的相位由复数系数来定义。如果基底不是镜面，并且入射折射率高于基底折射率，那么 OpticStudio 会改变反射的实部和虚部系数的符号，来补偿由反射产生的额外相位变化 π，除非将 no_pi_flag 设置为非 0 值。当 no_pi_flag 为非 0 值，不会对膜层的相位进行更改。只有当光线全部内反射时，才使用 TIR 强度。如果省略了 TIR 值，则默认其值为 1.0。

[TABLE 数据部分] (The TABLE data section)

语句：

```
TABLE <coating name>
ANGL <angle in degrees>
WAVE <wavelength 1 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 2 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 3 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
...
ANGL <next angle in degrees>
WAVE <wavelength 1 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 2 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 3 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
...
```

TABLE 膜层和 IDEAL 膜层类似，不同之处在于 TABLE 膜层的透射率和反射率可能随入射角和波长而变化，并且可以单独设定 S 和 P 偏振光。对于多个离散的入射角和波长，定义了四个强度值：Rs、Rp、Ts 和 Tp，用于表示反射强度和透射强度，其中下标 s 和 p 表示偏振状态。同时定义了四个角度（以度为单位）：Ars、Arp、Ats 和 Atp；用于定义 R 和 T 值的相位角度，这样 OpticStudio 可以计算透射和反射的实部和虚部。实部与角度的余弦成正比，而虚部与角度的正弦成正比。如果忽略了角度或者角度为零，则反射率或透射率为实数，且膜层没有产生任何相位改变。对于每个偏振状态，吸收率通过 A = 1 - R - T 来计算。如果基底不是镜面，并且入射折射率高于基底折射率，则反射相位改变 π。

膜层供应商通常不会提供设计数据，TABLE 模型的主要用途是保证在膜层规格未知时，完成精确的光线追迹。

TABLE 膜层的语法包括关键字 TABLE，然后附加上膜层名称。TABLE 膜层名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为 32 个字符，不允许使用特殊字符。注意，不允许使用空格。在关键字 TABLE 之后，附加数据块来定义每一个入射角数据。在定义了每个角度后，为每个波长定义了 R 和 T 值。示例语句为：

```
TABLE MYTABLECOAT
ANGL 0
WAVE 0.35 0.014 0.014 0.986 0.986 0.0 0.0 0.0 0.0
WAVE 0.70 0.013 0.013 0.987 0.987 0.0 0.0 0.0 0.0
ANGL 5
WAVE 0.35 0.015 0.015 0.985 0.985 0.0 0.0 0.0 0.0
WAVE 0.70 0.012 0.012 0.988 0.988 0.0 0.0 0.0 0.0
ANGL 45
WAVE 0.35 0.065 0.070 0.935 0.930 0.0 0.0 0.0 0.0
WAVE 0.70 0.062 0.065 0.938 0.935 0.0 0.0 0.0 0.0
ANGL 80
WAVE 0.35 0.600 0.600 0.400 0.400 0.0 0.0 0.0 0.0
WAVE 0.70 0.600 0.600 0.400 0.400 0.0 0.0 0.0 0.0
```

有几个要点需要注意：

当入射角小于定义的最小角度时，将使用最小角度的数据；当入射角大于定义的最大角度时，将作用定义的最大角度数据。其他值在角度空间内以余弦形式进行线性插值。注意：OpticStudio 进行的是插值法，而不是外推法。因此，定义角度时必须按照升序排列。如果入射角度数据定义为 0 度，那么此时 S 光和 P 光的数据是一样的，因为两者在沿法线方向入射时没有区别。

当入射介质的折射率低于基底折射率时，对于折射表面的膜层来说，假定入射角是在入射介质中的。当光线从高折射率入射到低折射率介质（例如从玻璃到空气）时，对于折射表面的

膜层来说，入射角为低折射率介质中的折射角。如果没有定义相位角度，则 OpticStudio 假设透射率的相位为零。如果提供了相应数据，则相位数据表示以度为单位的角度。如果基底不是镜面，并且入射折射率高于基底折射率，则反射相位改变 π。

两个波长编号数据点之间的波长将通过在波长空间线性插值来得到。

对于每个角度，所有列出的波长都必须一致。为了进行精确的插值，在每个角度上的波长升序值也必须相同。如果没有正确定义波长，则会产生错误信息。

通常，为了达到足够的精确度，需要设置更多的数据列表。在每个膜层列表中，角度和波长的数据点是没有限制的。

[在膜层文件添加注释] (Adding Comments to the Coating File)

"!" 符号后的任何文本都视为注释。

[对于膜层数据量的限制] (Limits on the Amount of Coating Data)

不同膜层的名称、材料、表格膜层数量及其它数据通常有一定的可用内存。一个膜层目录中所存储的数据量有一些限制，如下所示：

每个膜层最多 400 层（如果需要的话，可参阅前文中的定义重复膜层组 (Defining replicated groups of coating layers) 一节来充分利用这个限制）。

每种材料最多 120 个色散数据点。

最多设置 60 个不同渐厚。

一种解决这些限制的方法是根据需要为每个镜头设置不同的膜层文件。这些限制只适用于单个膜层文件。每个 ZEMAX 文件可以使用不同的膜层文件。可以在系统选项（System Explorer）中选择膜层文件。

[关于膜层]（About Coatings）

本节包含了 OpticStudio 中关于膜层建模的通用信息。

[OpticStudio 自带的默认材料和膜层]（Default Materials & Coating Supplied with OpticStudio）

OpticStudio 自带的默认 COATING.DAT 文件包括多种材料以及多种常用光学膜层。下表描述了附带的一些材料和膜层。

默认材料和膜层

材料	描述
AIR	空气，单位折射率，用于表示膜层中的空气间隙
AL2O3	氧化铝，折射率 1.59
ALUM	铝，折射率 0.7-7.0i
ALUM2	铝的另一种定义方式
CEF3	氟化铈，折射率 1.63
LA2O3	氧化镧，折射率 1.95
MGF2	氟化镁，折射率 1.38
N15	虚拟材料，折射率 1.50
THF4	氟化钍，折射率 1.52
ZNS	硫化锌，折射率 2.35
ZRO2	氧化锆，折射率 2.1

膜层	描述
AR	通用减反膜，定义为 1/4 波长 的 MGF2 材料
GAP	小的空气间隙，用于显示衰减传播
HEAR1	高性能的减反膜 1
HEAR2	高性能的减反膜 2
METAL	用于制造分束器的薄铝膜
NULL	厚度为零的膜层，主要用于调试
WAR	"W" 型减反膜，定义为 1/2 波长的 LA2O3 材料，和 1/4 波长的 MGF2 材料。

这些材料和膜层只作为示例，有可能在特殊的情况中不适用。有关膜层材料的详细信息，请咨询膜层制造商或设计人员。有关膜层材料和膜层定义的详细信息，请参阅数据库选项卡 (Libraries Tab) 内膜层库 (Coating Catalog) 中膜层/材料列表 (Coating/Material Listing) 的描述。

[指定表面上的膜层] (Specifying Coatings on Surfaces)

一旦定义了膜层，可通过在镜头数据编辑器膜层列中输入对应的膜层名称，将其应用在指定表面上。OpticStudio 进行膜层定义时有以下规则：

如果所指定的表面是从空气到玻璃的界面，则膜层顺序会严格按照膜层文件中定义的顺序执行。入射介质为空气，此时在玻璃基底表面上定义膜层时，先在第一行定义最外层的膜层，然后是下一层，以此类推。定义膜层时不需要定义基底的折射率和材料。此处的“玻璃”意味着玻璃类型不是“MIRROR”，也不能留空（意味着单位折射率的空气）。通常将渐变折射率镜头视为玻璃。

如果指定的表面是空气和空气的界面，或者是玻璃和玻璃的界面，那么定义膜层时也会像从空气到玻璃时一样，针对入射和基底介质完成相应计算。

如果指定的表面为从玻璃到空气的界面，那么膜层的顺序会自动翻转。这样，就可以像从空气到玻璃时一样来定义膜层。因此，假如定义了膜层 ALHHS，如果应用于从玻璃到空气的界面，那么其膜层顺序为 SHHLA。

如果表面类型为镜面，则膜层定义必须包括基底折射率。然后假定膜层定义中的最后一层为半无限厚度的基底材料。

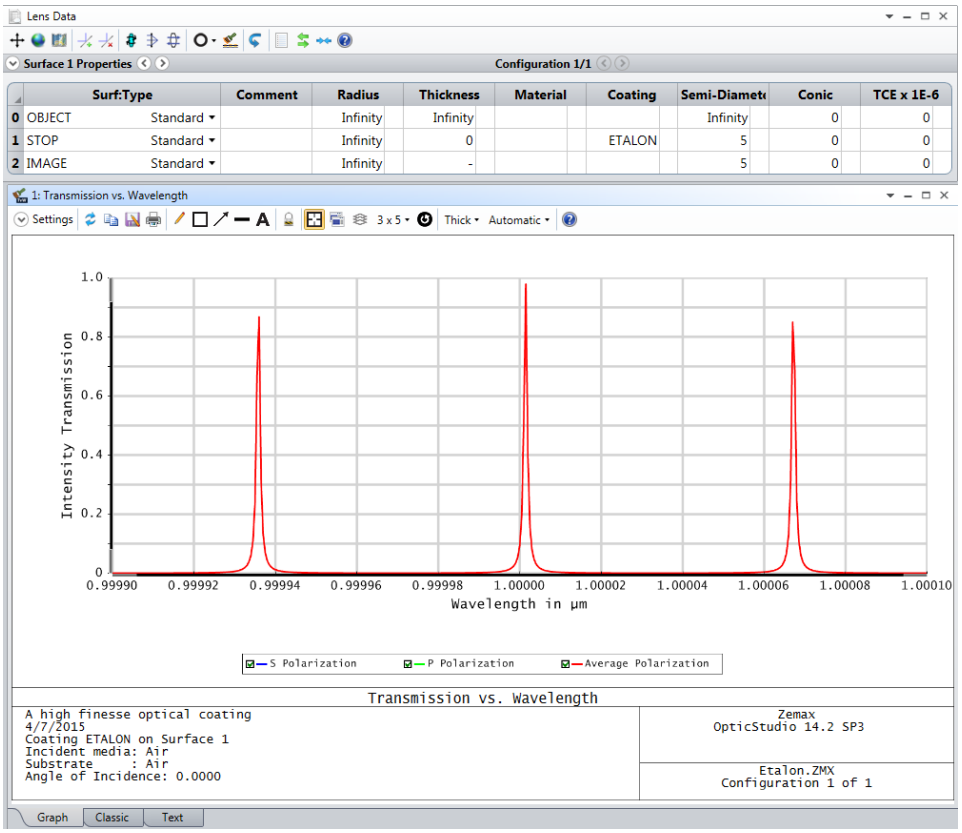
OpticStudio 还可以针对特定限制情况建模，例如全内反射；请参阅 OpticStudio 使用偏振分析可进行的计算 (What OpticStudio can compute using polarization analysis) 。

[作为标准量具的膜层] (Coating as Etalons)

对于标准量具，透射光谱是关于波长的函数，可以显示出与标准量具共振相对应的高透射峰值。这个透射函数是针对标准具两个表面之间多次光线反射的干涉产生的。如果透射的光束仍处于相位中，则会发生相长干涉，由此形成高透射峰值。如果透射的光束处于相位之外，则会发生相消干涉，由此形成最小透射值。

在 OpticStudio 中创建标准具最简单的方法是在膜层文件中定义。这是因为 OpticStudio 建模膜层传播时，使用了不同于几何光线追迹的独特算法。这种算法精确地计算了膜层各层之间多次反射产生的干涉，因此不需要任何额外的相干数据便可以确定透射光谱。

例如，请参阅用户数据文件夹<...\Samples\Sequential\Polarization>中的示例文件“Etalon”。该镜头文件显示了一个具有高精细光学膜层表面的透射。



[优化膜层](Optimizing Coatings)

OpticStudio 并不是光学膜层设计程序。膜层设计的优化通常需要一些膜层材料和层数的自动选择。

但是，一旦完成了层数和材料的自动选择，OpticStudio 便可以对膜层厚度、折射率、消光系数进行优化和公差分析。OpticStudio 将使用无量纲的膜层缩放 (coating multiplier) ，可线性地缩放调整每一层膜层的厚度，以及折射率和消光系数的无量纲偏移。然后可以使用 CODA 操作数对常用膜层性能数据进行优化。

如果要优化膜层厚度或者偏移，首先要正确定义膜层的层数及材料。初始膜层厚度应当设置为已知有效起始值或者是 1 个波长（随后案例中可将膜层缩放设置为单位波长）。请不要将膜层厚度设置为不可线性缩放的 0 值。膜层缩放值不能超过 10。初始的材料折射率和消光系数

也应当分别设置为 1 和 0，或者设置为已知较好起始值。

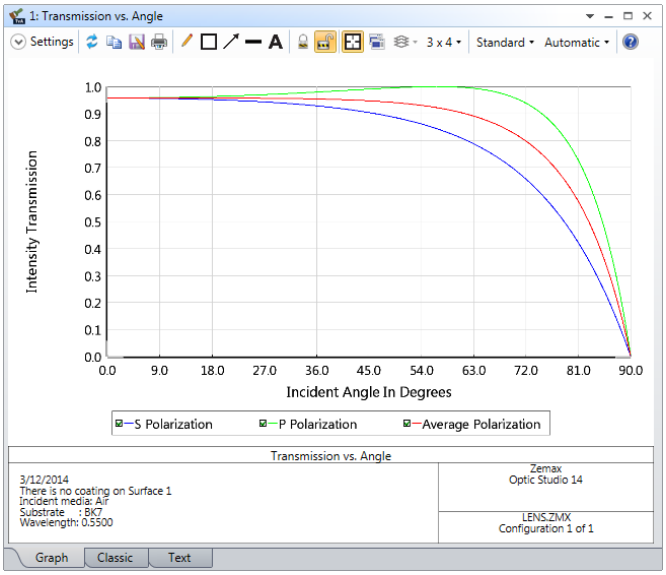
然后可以在设置选项卡 (Set Tab) 内表面属性 (Surface Properties) 的膜层 (Coating) 部分中的表面膜层选项定义膜层缩放及折射率偏移量。此功能可以将膜层缩放及折射率偏移量设置为变量，这样可以优化相对膜层厚度及膜层材料的折射率。如果需要限制膜层缩放的值，请参阅优化操作数摘要 (Optimization Operands Summary) 中的操作数“CMGT”以及“CMLT”和“CMVA”。如果需要限制折射率和消光系数偏移值，请参阅帮助手册中关于操作数“CIGT”及相关的操作数“CILT”、“CIVA”、“CEGT”、“CELT”和“CEVA”的详述。

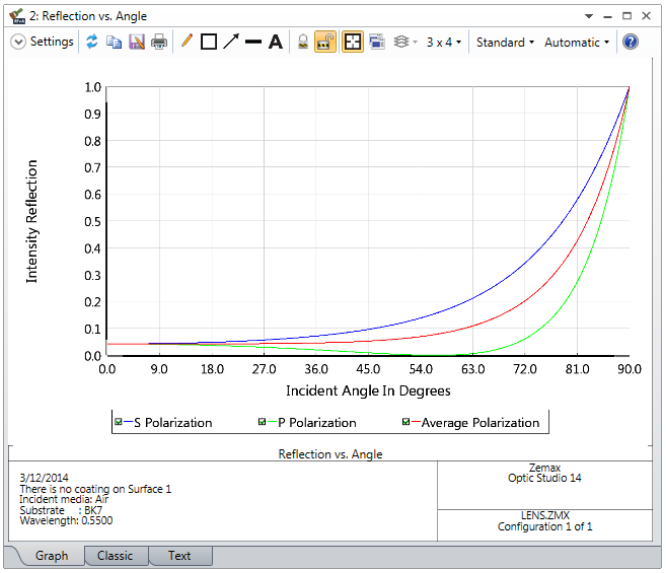
[无膜层表面属性] (Properties of Uncoated Surfaces)

只有在正入射的情况下，电介质之间的无膜层表面才具有透射和反射振幅，并可通过菲涅尔表达式来描述：

$$R = \left[\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right]^2, \text{ and } T = \frac{4n_1 n_2}{[n_1 + n_2]^2}.$$

对于正入射之外的角度，其透射和反射与入射角的关系更为复杂。例如，空气和 BK7 之间的表面在波长为 0.55 微米时，其反射率和透射率随入射角度变化的关系，如下图所示：





请注意，反射率随入射角度增大而增大，直到所有的光线都被反射，而不是在略入射时透射。还要注意，S 和 P 偏振态具有不同的透射率。这导致了偏振与孔径切趾相关。

[如果不指定膜层 OpticStudio 会如何分析] (What OpticStudio Does If No Coating Is Specified)

如果膜层列内容为空，则会做以下假设：

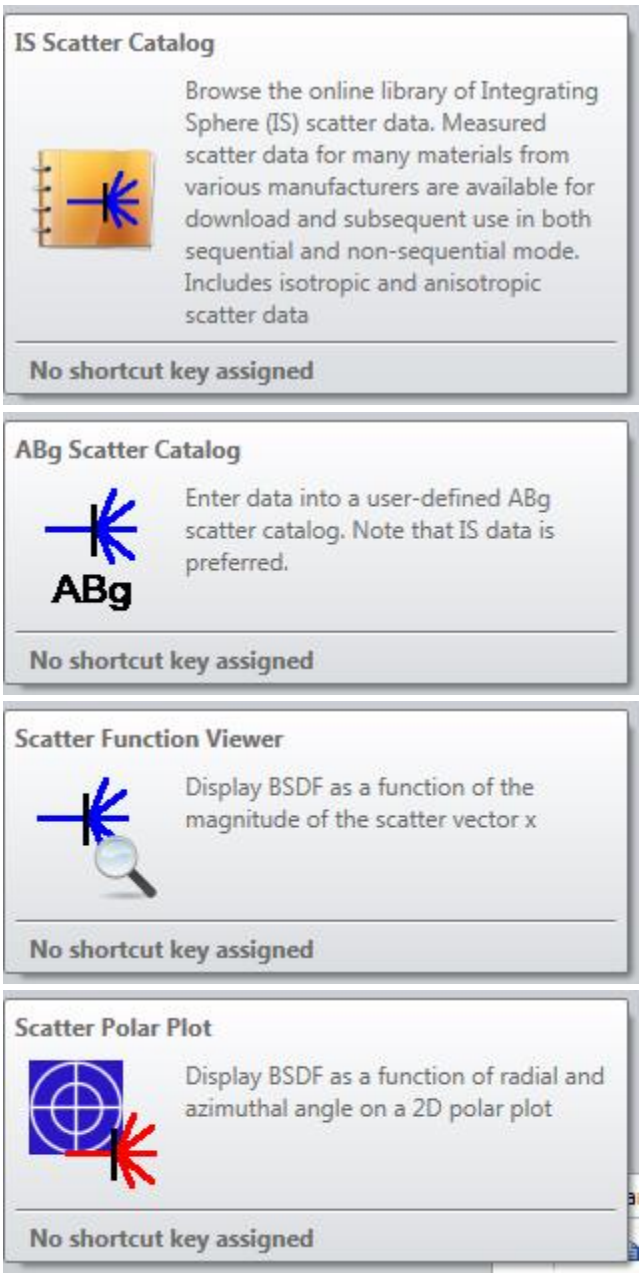
如果表面为镜面，则假设表面有一层厚的铝膜，其折射率为 0.7 - 7.0i。且假设铝膜足够厚，没有光线透射出去。

如果表面为介质面，则假设表面是裸露、没有膜层的表面。

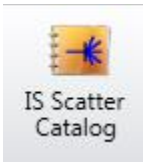
[散射组] (Scattering Group)

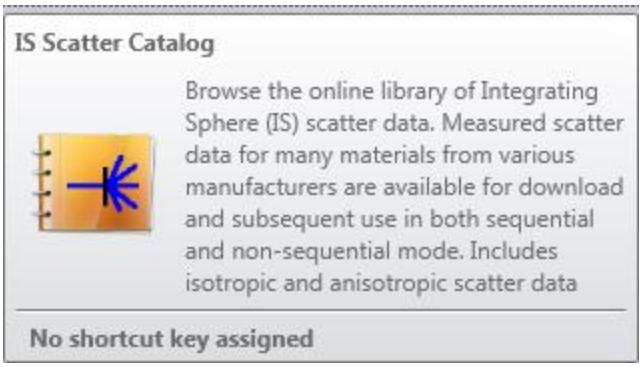
散射组的各功能用于显示散射模型的数据。





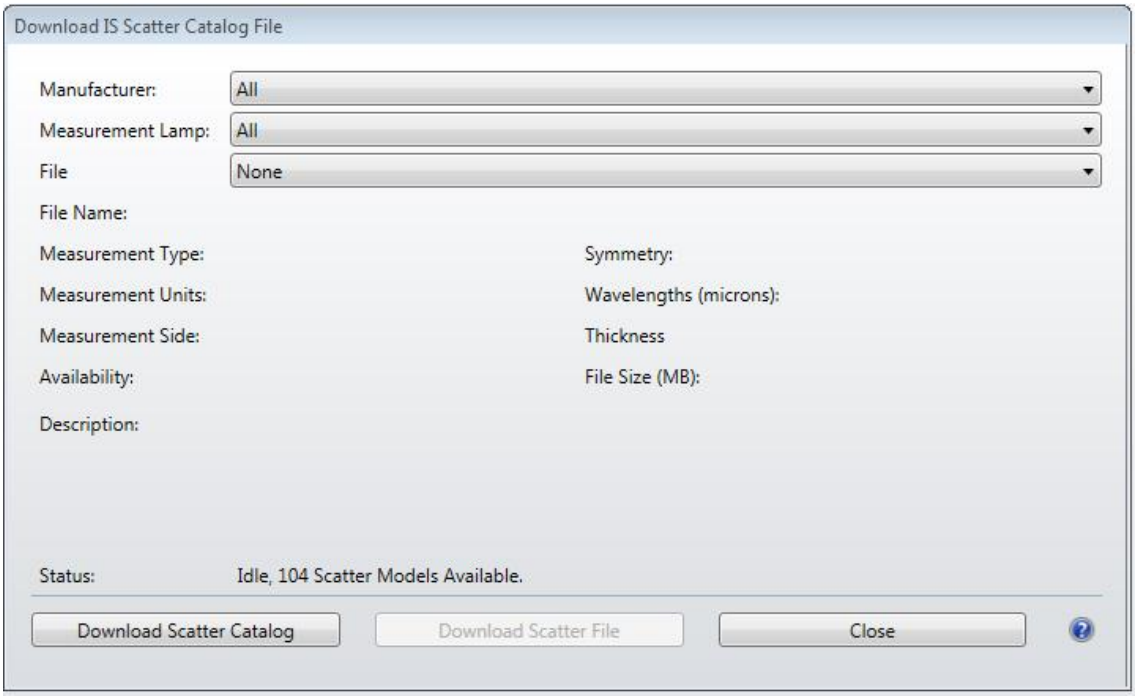
[IS 散射库数据] (IS Scatter Catalog Data)





通过该功能可浏览在线 Imaging Sphere 数据库，并下载 Imaging Sphere 文件。

该功能仅支持于 OpticStudio 旗舰版。



制造商 (Manufacturer) 选择所有或者特定的材料制造商。

测量灯具 (Measurement Lamp) 选择使用的所有或者特定灯具对材料照明。

文件 (File) 选择 Imaging Sphere 散射文件。文件中给出的的名称为制造商及散射材料的简短描述，实际的文件名称显示在控件下方。

详述 (Discussion)

此功能用于访问 Imaging Sphere (IS)散射数据的在线数据库。提供了各大厂商大量材料的散射数据在线下载通道，供用户在后续的序列或非序列模式建模中使用。有关如何在 OpticStudio 中使用下载数据的信息，请参阅帮助文件 (Help Files) 中的 IS 散射库数据 (IS Scatter Catalog Data) 部分。

可用的散射数据配置文件将被保留在本地机器上。若要更新数据库目录，请单击下载散射目录 (Download Scatter Catalog) 按钮。之后将从在线数据库下载最新的散射库数据，然后可用的散射数据文件将会显示在控件对话框中。

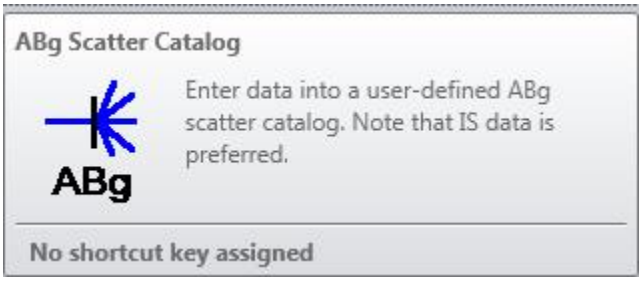
在对话框中提供了有关散射文件的描述数据，例如散射测量类型为反射或者是折射，以及材料散射对称性是各向同性还是各向异性等。有关材料成本和使用情况的其它信息可在供应商网站上获得。

一旦选择好了散射数据，可单击下载散射文件 (Download Scatter File) 开始下载。请注意 IS 数据文件可能比较大，并且可能需要较长的时间来下载，具体时间取决于数据文件大小以及链接速度。IS 数据文件会下载至 <data>\ScatterData 文件夹（参阅用户手册中的文件夹 (Folders) ）。当前文件夹必须位于用户本地机器上，不能位于网络驱动器上。

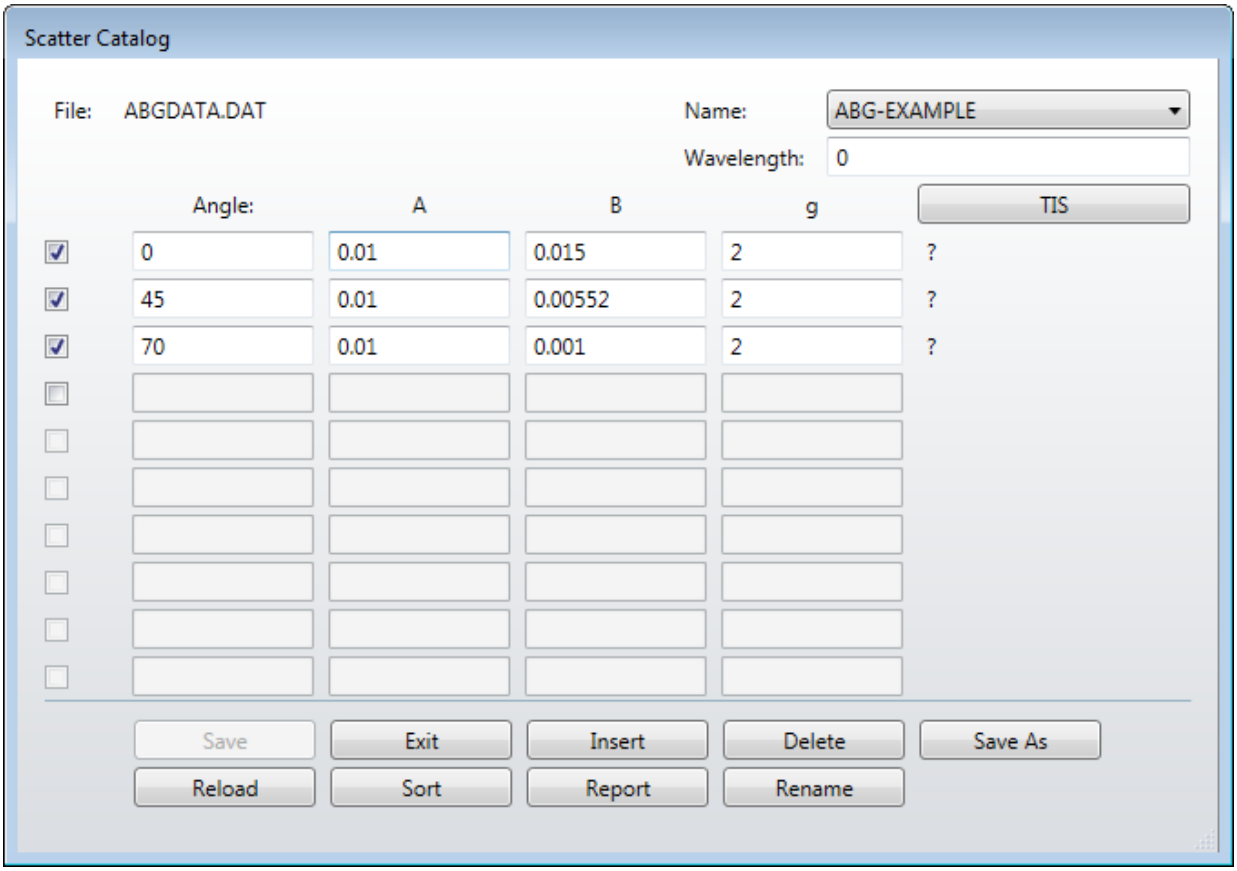
若要关闭此对话框，请按关闭 (Close) 按钮。

[ABg 散射数据库] (ABg Scatter Data Catalogs)





该功能用于访问 ABg 散射数据库。



文件(File) 当前 ABg 散射数据文件的名称。此文件必须位于<data>\ABg_Data 文件夹（参阅用户手册中的文件夹（Folders））；可在系统选项（System Explorer）中文件选项卡（File Tab）的常规（General）对话框内选择 ABg 散射数据文件名。

命名（Name） 正在编辑的 ABg 数据名称。该名称必须为大写。

波长（Wave） 以微米为单位的波长，ABg 数据在此波长上定义或者测量。如果这个值设置为零，则不需要对波长进行缩放调整。否则，将会如下文详述中所定义的那样，通过波长缩放调整 A 和 B 值。

复选框 如果勾选，则会使用显示的行。最多可以为每个 ABg 数据名称定义 10 个数据行。

角度（Angle） 以度为单位的入射角。其值应介于 0.0 到 90.0 之间，包含首尾值。中间入射角的 BSDF 会在余弦空间中线性插值。如果所需入射角小于定义的最小角度，那么将使用定义的最小角度值。如果所需入射角大于定义的最大角度，那么将使用定义的最大角度值。

A、B、g 指定入射角度下的 A、B 和 g 值。

TIS 单击此按钮后，将会计算所显示数据的总积分散射（TIS）。要得到准确的散射结果，

这个值必须小于 1.0。请参阅下文中的详述 (Discussion) 。

保存 (Save) 将修改好的数据保存至散射库。

保存为 (Save As) 将修改好的数据另存到散射库。

退出 (Exit) 关闭对话框。

插入 (Insert) 将新的 ABg 数据条目插入到散射库，并提示用户输入新数据条目的名称。

删除 (Delete) 删除显示输入的 ABg 数据条目。

重新载入 (Reload) 从上次保存的数据文件加载 ABg 数据，消除从上次保存后所做的任何更改。

分类 (Sort) 按照角度升序的方式排列显示数据。一旦保存或重新载入了散射库，就会自动将显示数据分类。

报告 (Report) 将数据发送到可供打印的文本窗口。

重命名 (Rename) 提示输入 ABg 数据的新名称。

详述 (Discussion)

ABg 数据用于定义序列和非序列表面的散射属性。如果需要的话，每个 OpticStudio 镜头文件可以使用一个单独的 ABg 数据库。可在系统选项 (System Explorer) 中文件选项卡 (File Tab) 的常规 (General) 对话框内指定使用的 ABg 散射数据文件。只能在 OpticStudio 中使用 ABg 散射数据库 (ABg Scatter Data Catalog) 对话框编辑所选的 ABg 散射数据库。

有关 ABg 散射的理论探讨，请参阅用户手册中的 ABg 模型散射 (ABg model scattering) 。

ABg 分布函数在单位矢量圆内的积分，表示物理上可能的散射光线方向，决定了总散射积分或者是散射因子。

在需要的时候，该积分由 OpticStudio 自动计算。若要查看这个积分，请单击 TIS 按钮。TIS 必须小于 1.0，否则能量可能不守恒，并且散射也会不正确。

ABg 数据的波长缩放：

如果定义了零以外的参考波长，则会根据以下关系式缩放调整 A 和 B 系数：

$$A' = A\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}}\right)^{g-4}$$

和

$$B' = B\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}}\right)^{g}$$

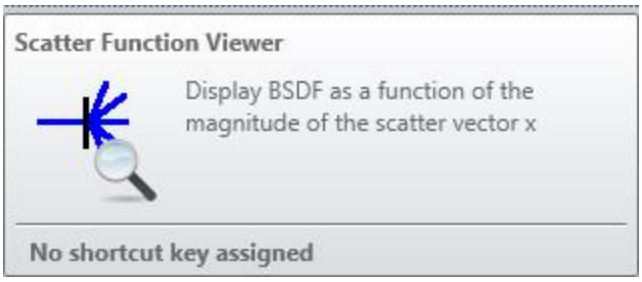
其中 λ 表示进行追迹的波长，λ_{ref} 表示参考波长，没有下标的 A、B 和 g 参数是在参考波长 λ_{ref} 上测量的。

当使用 ABg 散射模型时，OpticStudio 只能使用 ABg 参数进行光线散射，而 ABg 参数则根据系统波长（System Wavelength）对话框中定义的波长进行缩放调整。如果您希望通过光源颜色（Source Color）光谱（例如三色值 XYZ）来定义宽带光源，并且 ABg 数据随波长明显变化，那么你需要定义合理数量的系统波长，来包含所需宽带光源。

对于追迹的任意波长，OpticStudio 将使用最接近的系统波长来确定 ABg 系数以及散射分布。只有在使用光源颜色模型的情况时，才需要定义合理数量的系统波长。

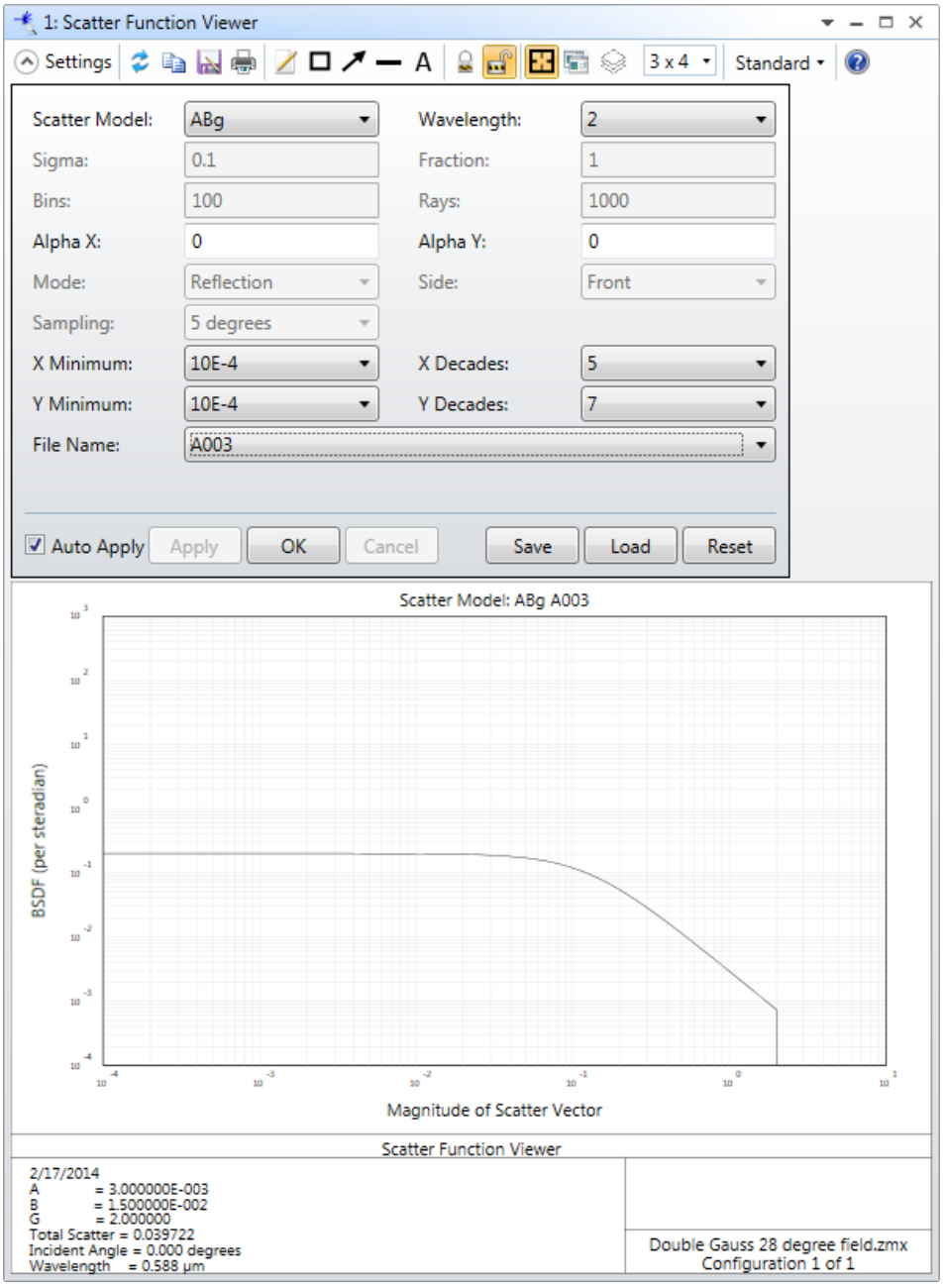
[散射函数查看器] (Scatter Function Viewer)





该功能仅搭载于 OpticStudio 专业版和旗舰版。

BSDF 作为散射矢量 X 的函数先疏：



散射模型 (Scatter Model)　选择所要显示数据的散射模型。

波长 (Wavelength)　所要使用的波长编号。ABg 和 ABg 文件都使用的指定波长，同时还使用 ABg 库中定义的参考波长来缩放调整 ABg 系数。IS 散射库 (IS Scatter Catalog) 散射使用 ISX 文件中与指定波长最接近的波长对应的数据。

分数 (Fraction)　散射总能量分数。必须介于 0 到 1 之间。散射因子可线性缩放调整 BSDF。对于 ABg 和 ABg 文件散射函数，忽略此因子；对于 BSDF 和 IS 散射库散射函数，必须将此因

子设为 1。

Sigma/角度 (Sigma/Angle) 对于高斯散射：Sigma 的值用来确定投影面的高斯分布宽度。

对于 BSDF 和 IS 散射库散射：角度（以度为单位）描述系统中建模的表面方向相对于测量表面的方向。

[文件名称/ DLL 名称](File Name/DLL Name) 对于 ABG 散射：表示要使用的 ABg 散射数据的名称。ABg 散射数据名称定义在 ABg 散射数据库中；请参阅 ABg 散射数据库 (ABg Scatter Data Catalogs) 。

对于 ABg 文件散射：表示要使用的 ABGF 文件的名称。请参阅用户手册中的 ABg 文件散射 (ABg File scattering) 。

对于 BSDF 散射：表示要使用的 BSDF 文件的名称。请参阅用户手册中的 BSDF 散射 (BSDF scattering) 。

对于 IS 散射库散射：表示要使用的 ISX 文件的名称。请参阅用户手册中的 IS 散射库散射 (IS ScatterCatalog scattering) 。

对于用户自定义散射：表示要使用的用户自定义散射 DLL 的名称。请参阅用户手册中的用户自定义散射 (User defined scattering) 。

DLL 文件名 (DLL File Name) 用户自定义散射 DLL 数据文件的名称。

（参数名称 (parameter names) ） 这些参数针对用户自定义散射 DLL 使用。

波长段 (Bins) 用户定义散射的 BSDF 计算和 BSDF 图中使用的直方图波长段数量。使用较大数目的波长段可提高图形的分辨率，但需要更多的光线来生成平滑的数据。

光线 (Rays) 用于确定 BSDF 散射、IS 散射库散射或用户自定义散射的形状，要散射的光线数目。

Alpha X、Y 反射光线分别在 X-Z 和 Y-Z 平面内的角度。请参阅下方详述 (Discussion) 了解详细信息。

模式 (Mode) 仅用于 IS 散射库散射。定义显示在 ISX 文件中的测量模式（反射或透射）。

边 (Side) 仅用于 IS 散射库散射。定义显示在 ISX 文件中的测量面（前面或后面）。

采样 (Sampling) 仅用于 IS 散射库散射。定义从 ISX 文件中读取数据时使用的角分辨率（在径向和方位角方向均为 5、2 或 1 度）。

X、Y 最小值 (X, Y Minimum) 要绘制的散射矢量 X 和 BSDF (y) 的分别最小值。请注意这些值都是 10 的幂，因为 BSDF 图是对数-对数坐标图。

X、Y 十进制 (X, Y Decades) 要在 x 方向和 BSDF (y) 方向上分别绘制的对数缩放十进制数。

[详述] (Discussion)

此功能可绘制或列出 OpticStudio 支持的任何表面散射模型的 BSDF 数据。BSDF 图是对数-对数坐标图，其中 BSDF 在竖直轴上，而散射矢量 x 在水平轴上。散射矢量 x 是 2D 矢量，当表面局部法线的方向沿着 z 方向时，定义了反射光线和散射光线在 x 和 y 方向上的余弦变化。因此当反射光线和散射光线投影到入射表面时，矢量 x 为反射光线和散射光线之间的差异大小。有关 OpticStudio 使用的散射规约的详细讨论和绘图，请参阅用户手册中的散射模型 (Scatter models) 。

对于用户自定义、IS 散射库、BSDF、ABg 和 ABg 文件散射而言，Alpha X 和 Y 的值用于定义反射光线的方向余弦。角度-余弦转换的公式如下所示：

$$n = \frac{1}{\sqrt{1 + (\tan \alpha_x)^2 + \left(\tan \alpha_y\right)^2}}$$

$$l = \text{n} \tan \alpha_x$$

$$m = \text{n} \tan \alpha_y$$

下面是对于每一个散射模型的详细注释：

朗伯 (Lambertian) ：朗伯散射与入射角和波长无关。总积分散射 (TIS) 值为 1.0。所得 BSDF “曲线”为一条值为 1/π 的直线。

高斯 (Gaussian) ：高斯散射关于反射光线的投影方向是对称的。TIS 值始终是 1.0。

ABg：ABg 值在 ABg 散射数据库中定义，有关更多详情，请参阅 ABg 散射数据库 (ABg Scatter Data Catalogs) 。TIS 值不常为 1.0，输出图或列表中列出的值为实际值。如果在数据库中定义了参考波长，则可以通过波长来缩放调整 ABg 数据。此外，ABg 数据通常是一个关于入射角的函数。OpticStudio 在两个点之间插入 BSDF 数据，其入射角为最接近定义反射光线的入射角。

ABg 文件 (ABg File) ：ABGF 文件中指定的所有 ABg 配置文件必须在当前加载的 ABg 数据文件中定义（参阅用户手册中的 ABg 数据文件 (ABg Data File) ）。每个 ABg 配置文件都会被视为 ABg 散射模型下的配置文件。因此，如果在 ABg 散射数据库中为该配置文件定义了参考波长（参阅 ABg 散射数据库 (ABg Scatter Data Catalogs) ），那么 ABg 数据可以通过波长缩放调整，并且每个配置文件的 ABg 数据将在两个点之间插入，其入射角为最接近定义反射光线的入射角。在对所有配置文件进行求和之前，首先对 ABGF 文件中指定的每个配置文件进行波长缩放调整，并进行入射角插值。ABg 配置文件总和（不管是加权还是绝对总和）的 TIS 值不常为 1.0，且输出图中列出的值为实际值。

BSDF： BSDF 值在输入文件中得到定义，请参阅用户手册中的 BSDF 散射 (BSDF scattering) 。TIS 值不常为 1.0，且输出图中列出的值为实际值。如相关知识库文章中的详细信息所述，OpticStudio 可对输入数据进行有限地插值。因此，输入数据应当具有足够分辨率（尤其对于入射角、方位角和径向角而言），来准确地描述 BSDF 数据中的任何重要变化。在这种情况下，如果要生成图形，该模型将需要散射大量相同的反射光线，并且将生成的散射矢量 x 值放入直方图中，然后进行归一化及绘图（与用户自定义 (User Defined) 散射使用的方法相同，如下所述）。

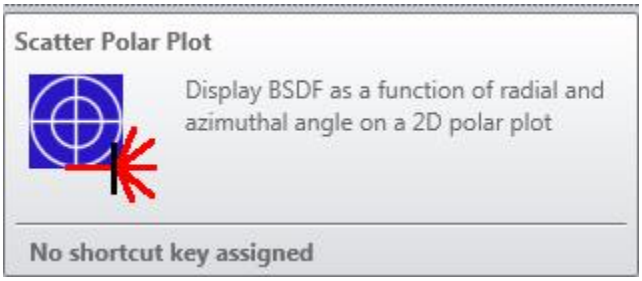
IS 散射库 (IS Scatter Catalog) ：BSDF 值在输入文件中得到定义，此输入文件是通过 OpticStudioIS-SA 设备生成的。请参阅用户手册中的 IS 散射库散射 (IS Scatter Catalog Scattering) 。这种模型与上文所述的 BSDF 散射模型非常相似，只是它的数据包含在一个高分辨率的二

进制文件中，而不是在一个 ASCII 文本文件中。ISX 文件中也可能表示散射分布的光谱变化。与 BSDF 散射模型一样，TIS 值不常为 1.0，且输出图中列出的值为实际值。如果要生成这种图形，该模型将需要散射大量相同的反射光线，并且将生成的散射矢量 x 值放入直方图中，然后进行归一化及绘图（与用户自定义 (User Defined) 散射使用的方法相同，如下所述）。

用户自定义 (User Defined) ： OpticStudio 无法为用户自定义散射确定准确的 BSDF 曲线。作为一种定义散射的替代方法，DLL 将需要散射大量相同的反射光线，并将得到的散射矢量 x 值放入直方图中，之后进行归一化和绘图。以这种方式绘制的 BSDF 图通常过于复杂，具体取决于由 DLL 定义的散射函数的特性。请注意，如果在反射光线的投影切平面中，DLL 定义的 BSDF 不对称，那么输出的图并不能准确反映出 BSDF 的情况。

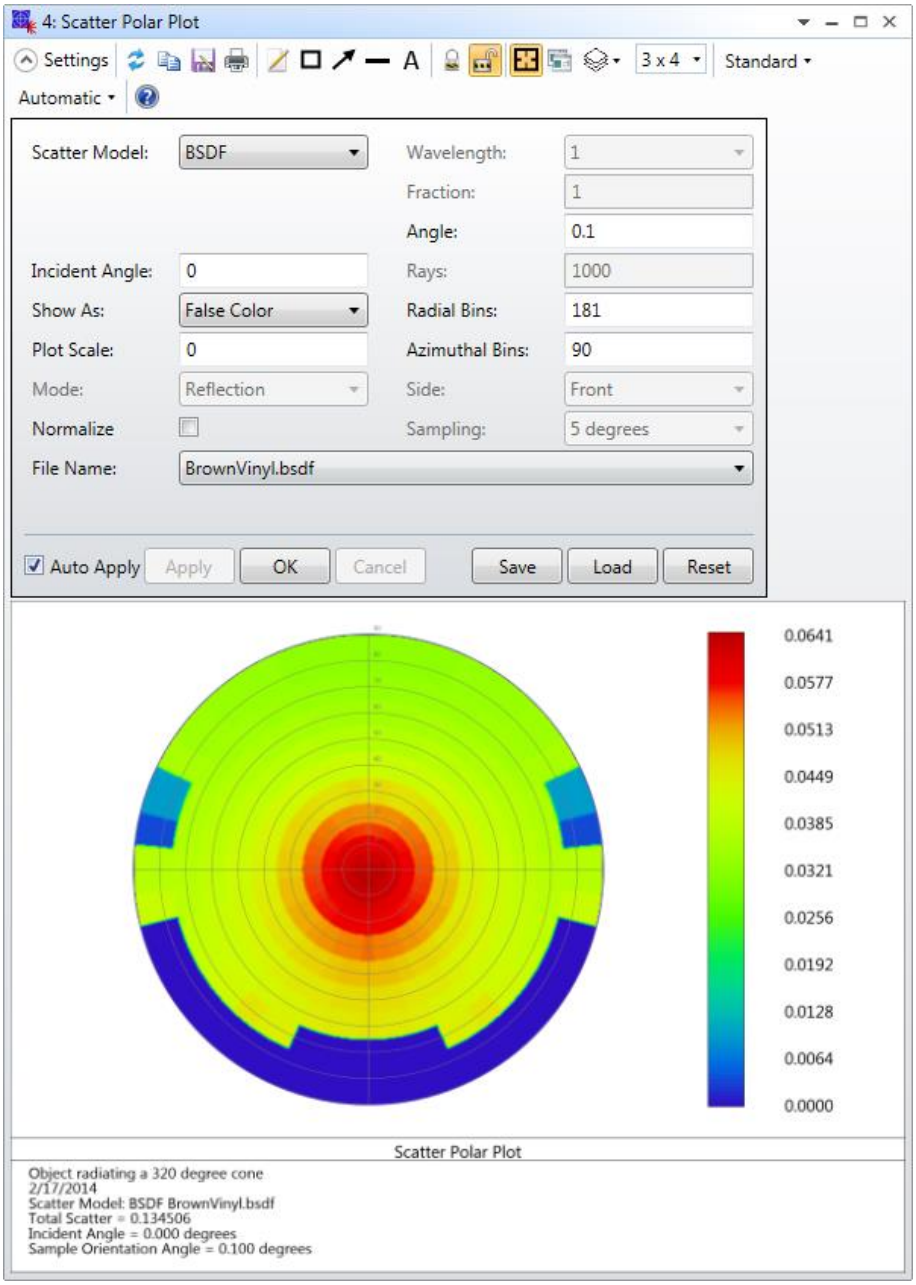
[散射极坐标图] (Scatter Polar Plot)





该功能仅搭载于 OpticStudio 专业版和旗舰版中。

在 2D 极坐标绘图中，以径向和方位角的函数的形式展示 BSDF 值。



散射模型 (Scatter Model) 选择需要显示数据的散射模型。

波长 (Wavelength) 所要使用的波长编号。ABg 和 ABg 文件都使用指定的波长，同时结合 ABg 库中定义的参考波长来缩放调整 ABg 系数。IS 散射库 (IS Scatter Catalog) 散射将使用 ISX 文件中与指定波长最接近的波长所对应的数据。

分数 (Fraction) 散射总能量分数。必须介于 0 到 1 之间。散射分数可线性缩放调整 BSDF。对于 ABg 和 ABg 文件散射函数，忽略此分数；对于 BSDF 和 IS 散射库散射函数，必须将此分数设为 1。

Sigma/角度 (Sigma/Angle) 对于高斯散射：Sigma 的值用来确定在投影面的高斯分布宽度。

对于 BSDF 和 IS 散射库散射：角度（以度为单位）描述系统中正在建模的表面方向相对于测量表

面方向的变化。

文件名称/ DLL 名称 (File Name/DLL Name) 对于 ABG 散射：表示要使用的 ABg 散射数据的名称。ABg 散射数据名称定义在 ABg 散射数据库中，请参阅 ABg 散射数据库 (ABg Scatter Data Catalogs) 获取更多信息。
对于 ABg 文件散射：要使用的 ABGF 文件的名称。请参阅用户手册中的 ABg 文件散射 (ABg File scattering) 。
对于 BSDF 散射：要使用的 BSDF 文件的名称。请参阅用户手册中的 BSDF 散射 (BSDF scattering) 。
对于 IS 散射库散射：要使用的 ISX 文件的名称。请参阅用户手册中的 IS 散射库散射 (IS ScatterCatalog scattering) 。
对于用户自定义散射：要使用的用户自定义散射 DLL 的名称。请参阅用户手册中的用户自定义散射 (User defined scattering) 。
DLL 文件名 (DLL File Name) 用户自定义的散射 DLL 数据文件的名称。
（参数名称 (parameter names) ） 这些参数针对用户自定义散射 DLL 使用。
入射角 (Incident Angle) 计算和显示 BSDF 所需 的入射角（以度为单位）。所有散射模型（朗伯散射除外）的 BSDF 都是入射角的函数。

显示为 (Show As) 显示的灰度图和伪彩色图与 OpticStudio 中其他绘图功能所使用的色调基础是一致的。对于 BSDF 和 IS 散射库散射，可使用 IS-SA 伪彩色 (IS-SA false color) 显示，该伪彩色显示与 OpticStudio IS-SA 设备所使用的色调基础相同。选择 IS-SA 伪彩色显示可以直接在 OpticStudio 和 IS-SA 之间比较 BSDF 数据。

图形缩放 (Plot Scale) 如果图形缩放为非零值，则会把显示图型中的最大值调整为所设置的缩放值。如果值为零，则会通过数据自动缩放调整确定显示图型的最大值。
模式 (Mode) 仅用于 IS 散射库散射。定义所要显示的 ISX 文件测量模式（反射或透射）。
边 (Side) 仅用于 IS 散射库散射。定义所要显示的 ISX 文件测量面（前面或后面）。
采样 (Sampling) 仅用于 IS 散射库散射。定义从 ISX 文件中读取数据时使用的角分辨率（径向和方位角方向分别为 5、2 或 1 度）。
光线 (Rays) 所要散射的光线数，用于确定用户自定义散射的 BSDF 曲线的形状。
径向像素 (Radial bins) 径向像素用于显示径向（极）方向的数据，涵盖 180 度。
方位角像素 (Azimuthal bins) 方位角像素用于显示方位角方向的数据，涵盖 360 度。
归一化 (Normalize) 如果选中，则会根据最大 BSDF 值将数据进行归一化。

[详述](Discussion)

该功能可绘制 OpticStudio 支持的任何表面散射模型的 2D BSDF 数据。该功能提供了标准的极坐标图，其中径向角度从中心向外延伸，方位角从 +X 轴开始逆时针移动。图形分辨率由指定的径向和方位角像素确定（对于 BSDF 散射模型，图形分辨率也与输入文件的分辨率有关系，更多详细信息请参见下文）。

有关每个可用散射模型的详细说明，请参阅用户手册中的散射模型 **(Scatter models)** 。下面为每个可用散射模型的详细注释：

朗伯 (Lambertian) ： 朗伯散射与入射角和波长无关。总积分散射 (TIS) 值为 1.0。因此所得的 BSDF 图均匀。
高斯 (Gaussian) ： 高斯散射关于反射光线的投影方向是对称的。TIS 值始终是 1.0。

ABg： ABg 值在 ABg 散射数据库中定义，有关更多详情请参阅 ABg 散射数据库 (ABg Scatter Data Catalogs) 。TIS 值不常为 1.0，且输出图或列表中列出的值为实际值。如果在数据库中定义了参考波长，则可以通过波长来缩放调整 ABg 数据。此外，ABg 数据通常是一个关于入射角的函数。OpticStudio 在两个点之间插入 BSDF 数据，其入射角为最接近定义反射光线的入射角。

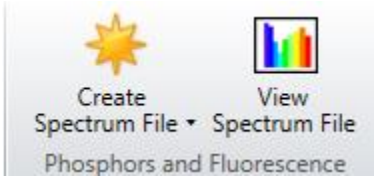
ABg 文件 (ABg File) ： ABGF 文件中指定的所有 ABg 配置文件必须在当前加载的 ABg 数据文件中定义（参阅用户手册中的 ABg 数据文件 (ABg Data File) ）。每个 ABg 配置文件都会被视为 ABg 散射模型下的配置文件。因此，如果在 ABg 散射数据库中为该配置文件定义了参考波长（参阅 ABg 散射数据库 (ABg Scatter Data Catalogs) ），那么 ABg 数据可以通过波长缩放调整，并且每个配置文件的 ABg 数据将在两个点之间插入，其入射角为最接近定义反射光线的入射角。在对所有配置文件进行求和之前，首先对 ABGF 文件中指定的每个配置文件进行波长缩放调整，并进行入射角插值。ABg 配置文件总和（不管是加权还是绝对总和）的 TIS 值不常为 1.0，输出图中列出的值为实际值。**BSDF：** BSDF 值在输入文件中进行定义，请参阅用户手册中的 BSDF 散射 (BSDF scattering) 。TIS 值不常为 1.0，且输出图中列出的值为实际值。如知识库文章中的详细信息所述，OpticStudio 可对输入数据进行有限的插值。因此，输入数据应当具有足够分辨率（尤其对于入射角、方位角和径向角），来准确地描述 BSDF 数据中的任何重要变化。对于角分辨率比较低的 BSDF 文件，输出图的分辨率通常由数据文件本身限制，而不是图中所用的径向和方位角像素。

IS 散射库 (IS Scatter Catalog) ： BSDF 值在输入文件中进行定义，该输入文件是通过 OpticStudioIS-SA 设备生成的。请参阅用户手册中的 IS 散射库散射 (IS Scatter Catalog Scattering) 。这种模型与上文所述的 BSDF 散射模型非常相似，只是它的数据包含在一个高分辨率的二进制文件中，而不是在一个 ASCII 文本文件中。ISX 文件中也可能表示散射分布的光谱变化。与 BSDF 散射模型一样，TIS 值不常为 1.0，且输出图中列出的值为实际值。

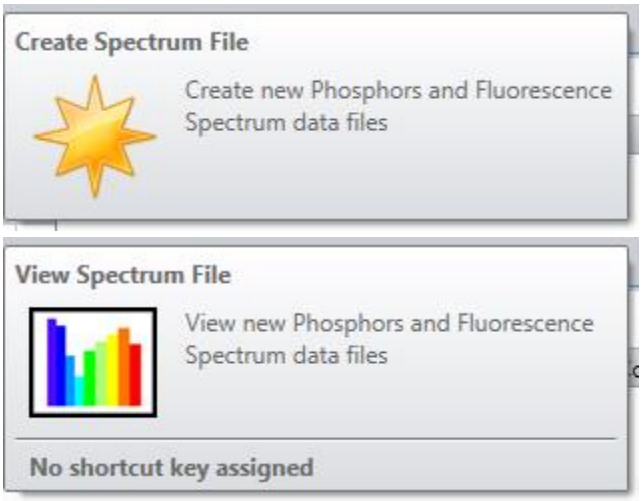
用户自定义 (User Defined) ： OpticStudio 无法为用户自定义散射确定准确的 BSDF 曲线。作为一种定义散射的方法，DLL 散射将需要大量相同的反射光线（与输入的入射角对应），并将得到的散射矢量角度放入直方图进行绘制。以这种方式绘制的 BSDF 图通常过于复杂，具体取决于 DLL 定义的散射函数的特性。

[荧光散射组]（Phosphors and Fluorescence Group）

该功能用于创建和查看用于荧光建模的光谱文件，并且仅适用于非序列模式。

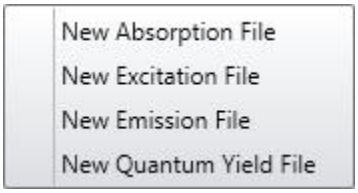


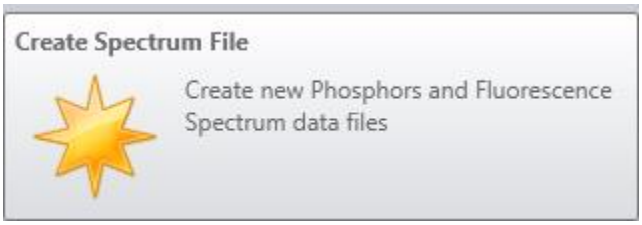




[新建光谱文件] (Create Spectrum File)







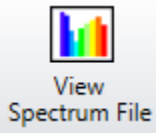
在非序列模式中，点击数据库 (Libraries) 选项卡中的新建光谱文件 (Create Spectrum File) 按钮，可快速地开始编辑一个新的光谱文件：

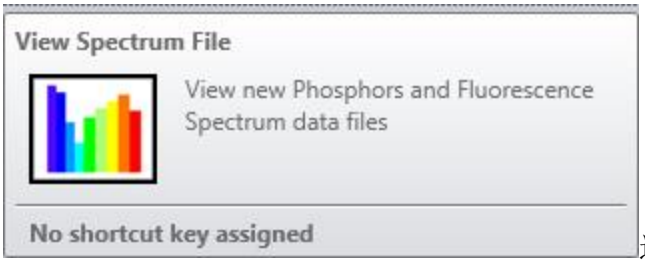
新的自动格式文件将在 OpticStudio 文本编辑器中打开。、

有关文件格式的更多信息，请参阅物体属性 (Object Properties) > 体散射 (Volume Physics) 中的光致发光 (Photoluminescence) 部分。

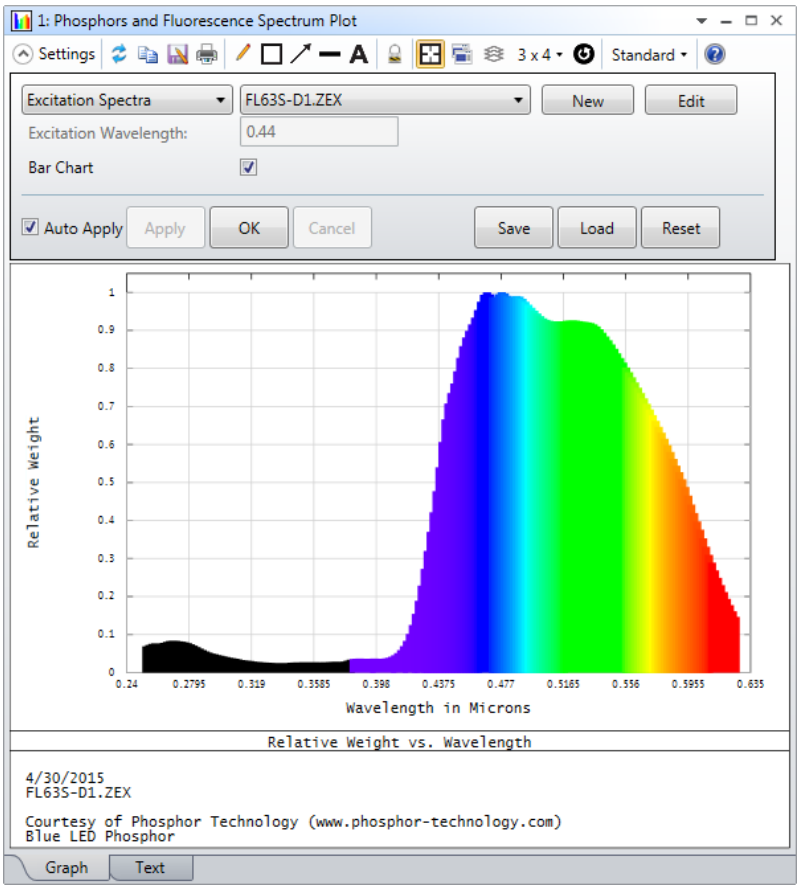
[查看光谱文件] (View Spectrum File)

磷光/荧光光谱图 (Phosphors and Fluorescence Spectrum Viewer) 用于查看非序列模式下光致发光建模的各种数据文件的内容。





选择数据库 (Libraries) 选项卡中的查看光谱文件 (View Spectrum File) 按钮来打开磷光/荧光光谱图查看器。



[使用] (Use)

从左侧的组合框选择光谱文件的类型，然后选择其中一个可用光谱文件。如果您希望新建一个文件，请选择新建 (New) 按钮。如果您希望编辑现有文件，请选择编辑 (Edit) 按钮。

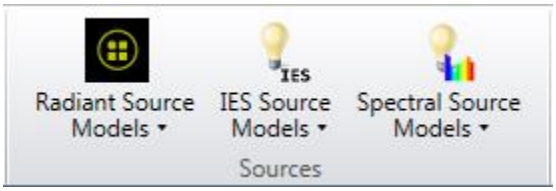
对于发射光谱 (Emission Spectra)，必须指定激发波长，并且根据整个发射光谱文件中的参数计算出相应的发射光谱。为了反映 OpticStudio 中的光致发光模型不支持光子能量的上转换 (upconversion) 情况，发射光谱将被截断到激发波长的左侧。

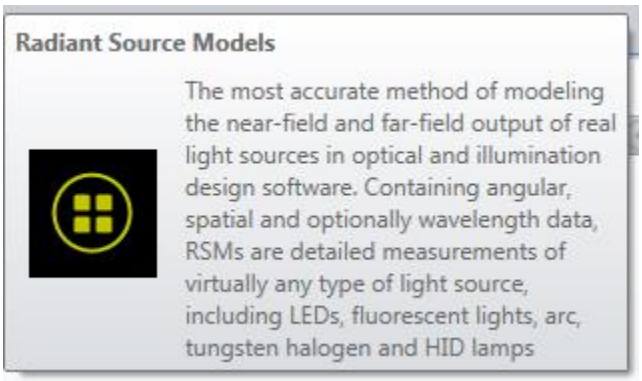
柱状图 (Bar Chart) 复选框可以允许您在可视化光谱数据的柱状图和显示单个数据点的图表之间切换。

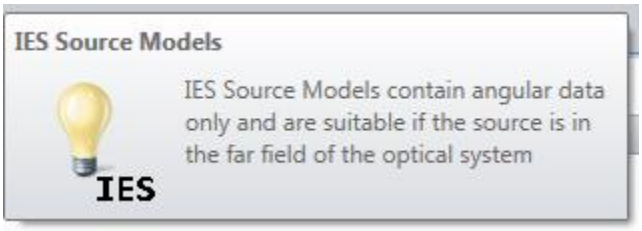
分析功能窗口图表下方的注释部分将显示文件中定义的前两个注释，因此在创建光谱文件时，请记住用户将在 OpticStudio 操作界面中看到这两个注释。
有关 光致发光 (Photoluminescence) 的更多信息，请参阅物体属性 (Object Properties) > 体散射 (Volume Physics)。

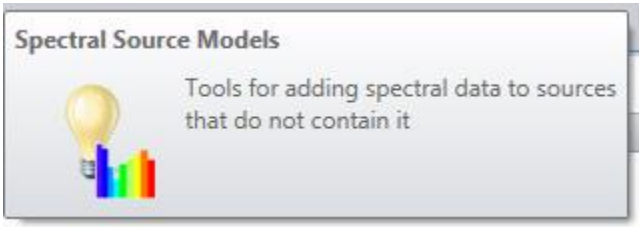
[光源组] (Sources Group)

这些工具用于访问不同的光源模型。





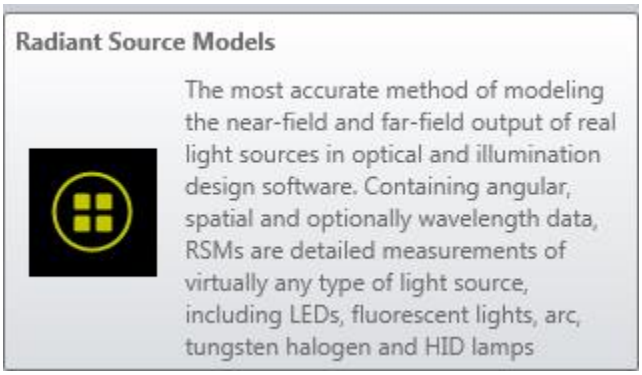


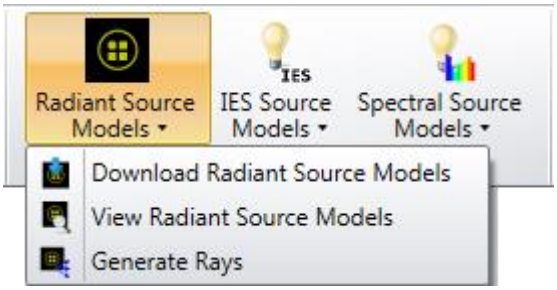


[RSMX 光源模型] (Radiant Source Models)







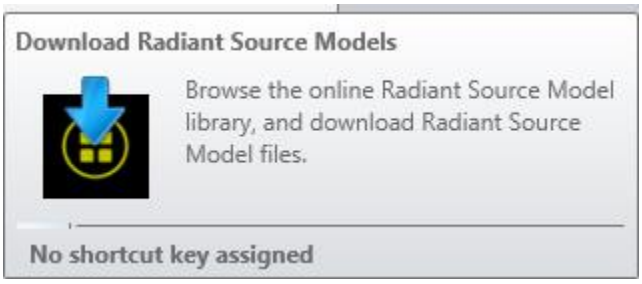


RSMX 光源模型 (Radiant source models) 是光学和照明设计软件中，模拟真实光源近场和远场

输出最为精确的方法。RSMs 内包含角度、空间和波长编号数据，几乎可以详细模拟任何类型的光源，包括 LEDs、荧光灯、弧光灯、卤素灯和 HID 灯。

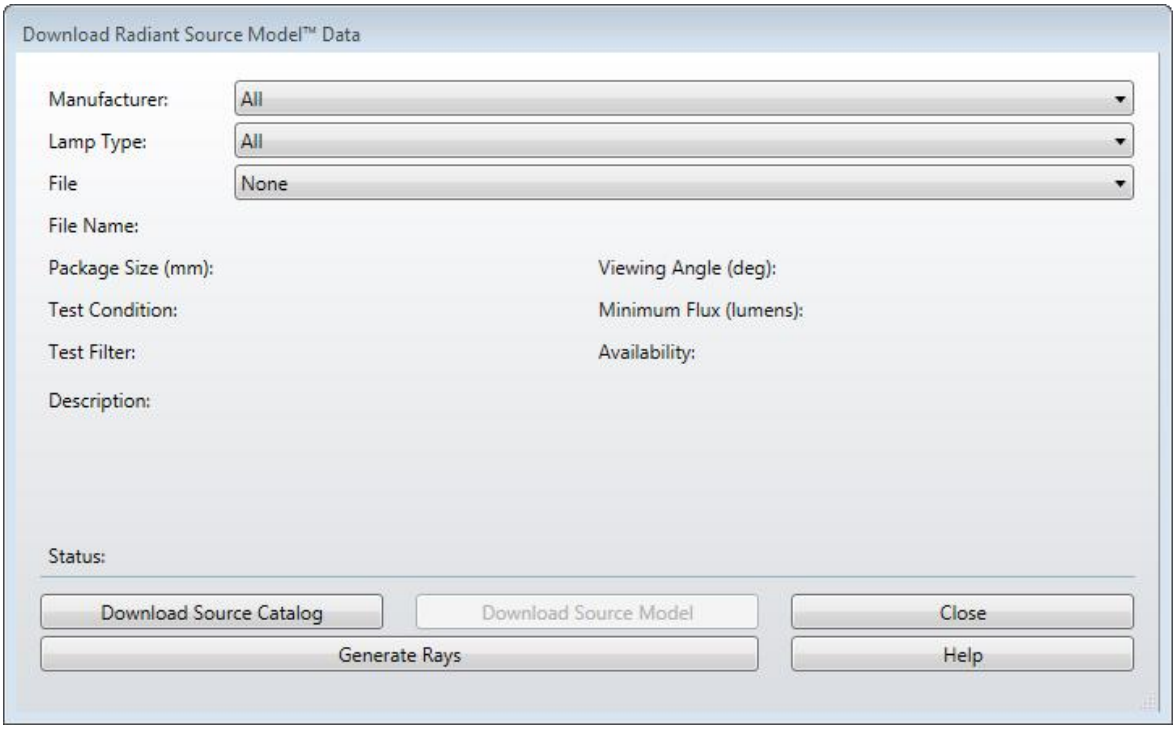
[下载 RSMX 光源文件] (Download Radiant Source Models)





该功能仅支持于 OpticStudio 旗舰版内。只有在 OpticStudio 密钥仍处于服务期内时，才可以下载数据。

您可以通过该功能在线浏览 Radiant 光源模型库及下载 Radiant 光源模型文件。



制造商 (Manufacturer) 选择所有或者特定的光源/灯制造商。

灯类型 (Lamp Type) 选择所有或者特定的光源/灯类型。

文件 (File) 选择 Radiant 光源模型文件。所提供的名称是光源的简短描述，实际的文件名称显示在该控制栏的下方。

[详述] (Discussion)

该功能用于访问 Radiant 光源模型的在线数据库。多个来自不同制造商的光源模型可以在 OpticStudio-旗舰版中下载并使用。一旦下载了这些光源模型，OpticStudio 就可以根据已测量光源数据生成光线集。

有关生成光线集的详情信息，请参阅生成 RSMX 光源模型光线 (Generate Radiant Source Model Rays) 。

可用的光源模型库已保存在本地机器上。若要更新光源模型库，请单击下载光源库 (Download Source Catalog)按钮。这样将从在线数据库下载最新的光源模型库数据，然后可用的光源模型将显示在此控制对话框中。

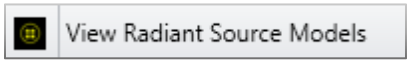
包装尺寸 (Package Size) 、视场角 (Viewing Angle)、测试环境 (Test Current) 以及最小光通量

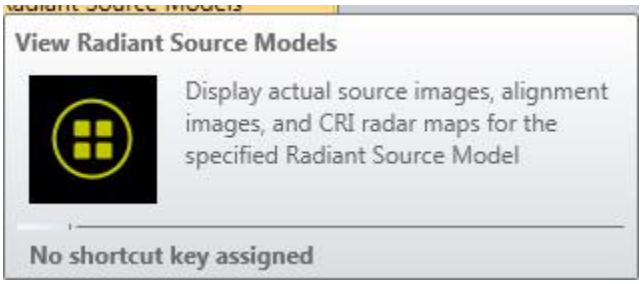
(Minimum Flux) 等描述性的光源参数取自制造商发布的数据。可由用户来独立地验证所提供的光源参数。最小光通量是在规定的测试环境下测量的。

一旦选择了光源，可点击下载光源模型开始下载。请注意，Radiant 光源模型文件较大，可能需要较长的时间才能完成下载，具体取决于光源模型文件大小以及连接速度。
要关闭此对话框，请点击关闭 (Close) 。

要关闭对话框，并直接跳转到光线生成对话框，请点击生成光线文件 (Generate Rays) 。

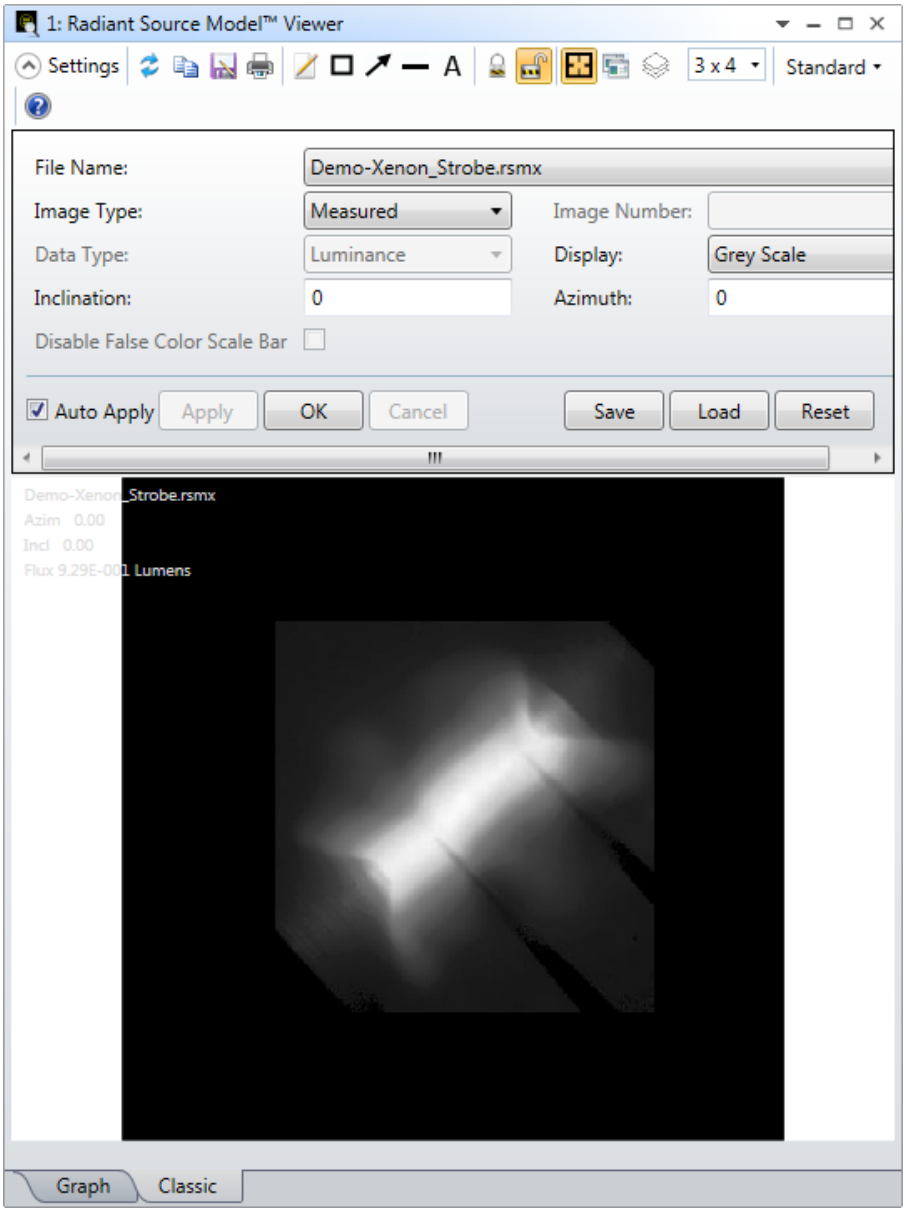
[查看 RSMX 光源模型](Radiant Source Model™ Viewer)





该功能仅支持于 OpticStudio 旗舰版。

显示 Radiant Source Model™ 文件中包含的光源图像。这些文件可从光源模型的在线数据库中下载，请参阅下载 RSMX 光源文件 (Download Radiant Source Models) 。



文件名称 (File Name) 需要显示数据的 RSMX 文件名称。

图像类型 (Image Type) 选择测量 (Measured) （光源被点亮）或校准 (Alignment) （光源未被点亮）图像，或 CRI Radar 图（光源的 2D 显色指数图，只有在光源中包含全部测量光谱时才可用。）

图像编号 (Image Number) 显示校准图像 (Alignment Image) 的图像编号，或者 CRI 数据计算出的出射方向。

数据类型 (Data Type) 选择真彩色 (True Color) 或者亮度 (Luminance) 。真彩色只有在包含颜色数据的光源被选中时才可用。

展示 (Display) 如果数据类型 (Data Type) 选择了亮度 (Luminance)，那么数据可能会显示为灰度 (Grey Scale) 或伪颜色 (False Color)，此功能所使用的假色调色基础与 OpticStudio 通常使用的不同，但与 OpticStudio ProSource©软件相匹配。

极角 (Inclination) 极角沿+Z 轴测量，以度为单位，角度应该在 0 度和 180 度之间。

方位角 (Azimuth) 方位角沿+Z 轴测量，以度为单位，角度应该在 0 度和 360 度之间。

禁用伪彩色比例尺 (Disable False Color Scale Bar) 仅在显示 (Display) 中设置为伪彩色 （ False Color ）时才可用。如果选中该复选框，则不显示指示颜色层级的伪彩色比例尺。

详述 (Discussion)
此功能用于对指定 Radiant Source Model™ 显示实际光源图像，校准图像和 CRI 雷达地图。

当显示测量图像（即光源图像）时，图像将为指定的倾角和方位角显示。这些角度定义了在虚拟球体上的点。极角是+Z 轴和观察方向之间的极角。方位角定义为在 XY 平面上观察方向投影在+X 轴正向的顺时针角度。显示的图像是距指定观察角度最近的测量图像。

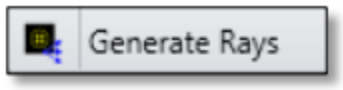
一旦显示测量图像，可以使用方向键查看其它被测量的图像，而不必打开该功能的设置对话框。如果使用方向键查看其它测量图像，无论何时打开设置对话框，出现在内的都是当前查看测量图像的极角和方位角的值。

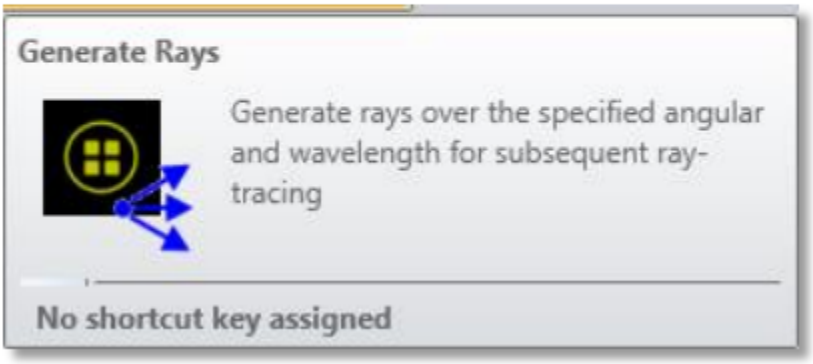
校准图像只能在选定的极角和方位角下使用。因此，对于校准图像，指定极角和方位角的选项是灰色的。但是在显示图像之前，可以在该功能设置对话框中查看与每个校准图像对应的角度。

显色指数 (CRI) 数据仅适用于包含全光谱测量的光源。对于这样的光源，可以查看 CRI 数据的二维极坐标图。该数据是针对光源的前和后发射方向计算的，用户可以选择要查看的方向（当图像类型 (Image Type) 设置为 CRI 雷达 (CRI Radar) 时，在图像编号 (Image Number) 下输入）。

RSMX 文件存储在<data>\Objects\Sources\Radiant Sources Models（见用户手册中的文件夹 (Folder) 部分）。

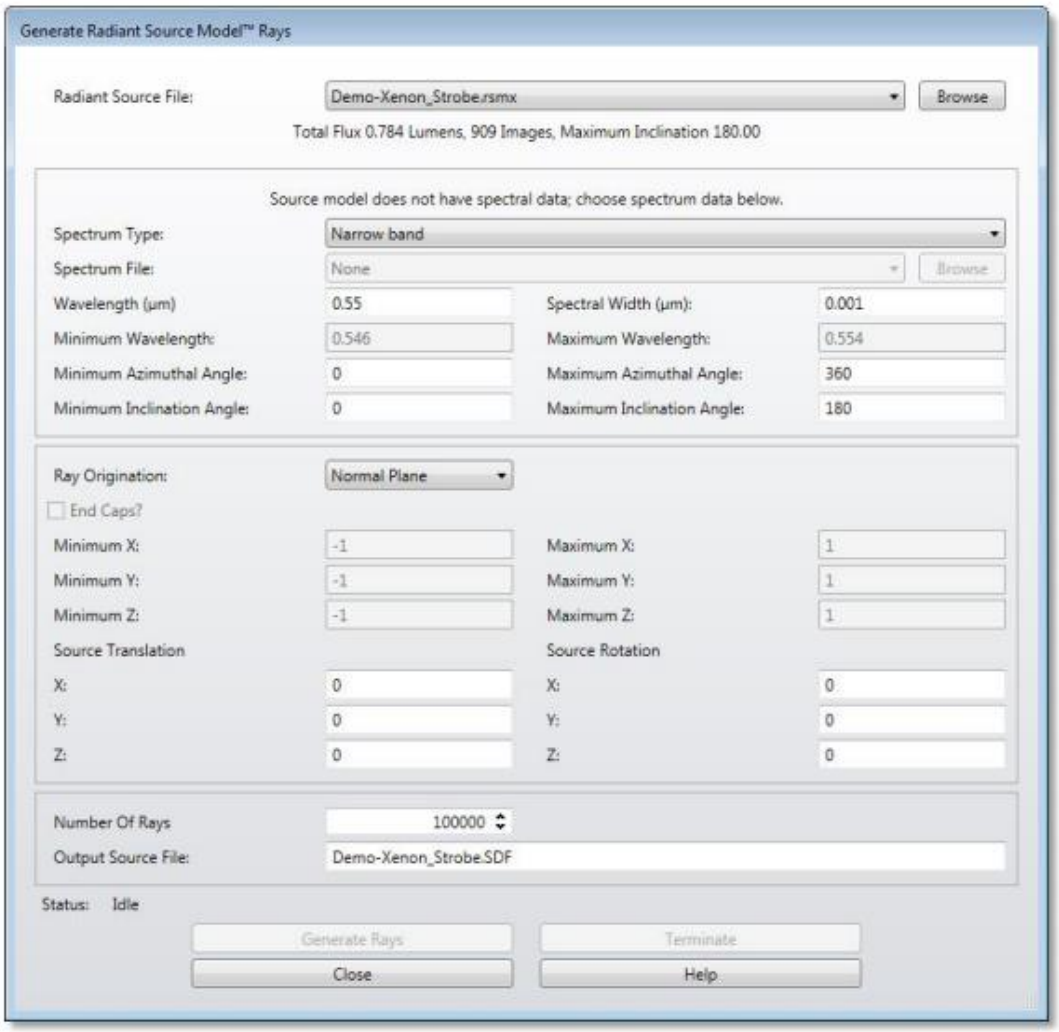
生成 Radiant 光源模型光线 (Generate Radiant Source Model Rays)





此功能仅支持于 OpticStudio 旗舰版。

此功能为 Radiant 光源模型 (Radiant Source Model) 文件生成光源文件 (Source File) 形式的光线集合。要下载 Radiant 光源模型文件，请参阅“下载 Radiant 光源模型 (Download Radiant Source Models) ”。



Radiant 光源文件 (Radiant Source File) 用于生成光线的 Radiant 光源模型 RSMX 文件名称。

光谱类型 (Spectrum Type) 如果 RSMX 文件包含已测量光谱数据，则唯一可用的选项是“测量 (Measured)”（即，使用被测量的数据定义光线波长）。否则，必须定义光谱。详情请参阅详述。

光谱文件 (Spectrum File) 如果光谱类型是光谱文件 (Spectrum File)，则可以选择光谱文件的名称。光谱文件也可以使用浏览 (Browse) 按键找到。

波长，光谱宽度 (Wavelength, Spectral Width) 当光谱类型设置为窄带 (Narrow Band) 时，可设置微米为单位的中心波长和光谱宽度。

温度 (K) (Temperature(K)) 当光谱类型为黑体时，可设置已卡尔文为单位的温度。

最小/最大波长 (Minimum/Maximum Wavelength) 产生光线的最小最大的波长（以微米为单位）。这些限制定义了对光谱宽度的限制。

最小/最大方位角 (Minimum/Maxmum Azimuth Angle) 产生光线的方位角（以度为单位）范围。其值必须介于 0 到 360 度之间。

最小/最大极角 (Minimum/Maxmum Inclination Angle) 产生光线的极角(以度为单位)范围。其值必须在 0 到 180 度之间。

光线初始位置 (Ray Origination) 用于生成所有光线的起始位置的线、面或体的形状，应该被选择用来模仿光源自身的形状。如果所有光学元件位于光源的远场，则该选项的选择并不重要。如果所有光学元件位于生成的光线的面或体之外，则光线追踪结果是相同的。法向平面为默认选项。详情请参阅详述。

半径 (Radius) 只有当在选定的光线初始位置为“在球面上 (On Sphere) ”、“在 X 柱面上 (On X Cylinder) ”，“在 Y 柱面上 (On Y Cylinder) ”或“在 Z 柱面上 (On Z Cylinder) ”时，此选项可用。该参数定义了光线初始位置的球体或圆柱体的半径（以毫米为单位）。

端帽？ (End Caps?) 只有当所选的光线初始位置为“在 X 柱面上”, “在 Y 柱面上”或“在 Z 柱面上”时，此选项可用。如果这个选项被选中，则可以通过输入“下限 (Lower Limit) ”和“上限 (Upper Limit) ”来指定圆柱端帽（沿着圆柱轴）的位置，并且任何初始位置超出这些端帽限制的光线将沿着它们的矢量轨迹被移回到达相应的限制平面。

下限/上限 (Lower/Upper Limit) 只有当所选的光线初始位置为“在 X 柱面上”, “在 Y 柱面上”或“在 Z 柱面上”时，并且勾选了“端帽？”选项时，此选项可用。输入值表示圆柱的下端帽和上端帽（沿着圆柱轴）的位置，以毫米为单位。

最小/最大 X/Y/Z (Minimum/Maximum X/Y/Z) 只有当选定的光线初始位置为“在长方体 (On Box) ”时，此选项可用。其值表示长方体顶角相对于光线起始位置的 X、Y 和 Z 位置（以毫米为单位）。

光源偏移 X/Y/Z (Source Translation X/Y/Z) 在通过选定的光线初始位置生成光线和输入光源旋转 (Source Rotation) 旋转光线后，这些值用于沿特定轴（X，Y 和 Z）偏移光线。输入值以毫米为单位。

光源旋转 X/Y/Z (Source Rotation X/Y/Z) 在通过选定的光线初始位置生成光线后，这些值用于关于特定轴（X，Y 和 Z）旋转已生成的光线。旋转按下列顺序进行：围绕 X 旋转、围绕 Y 旋转、围绕 Z 旋转。输入值以度为单位。

光线数目 (Number Of Rays) 要生成的光线数量。从 RSMX 文件实际生成的光线数量与作为 RSMX 文件生成光线的算法结果的输入值不完全匹配（虽然它将非常接近）。

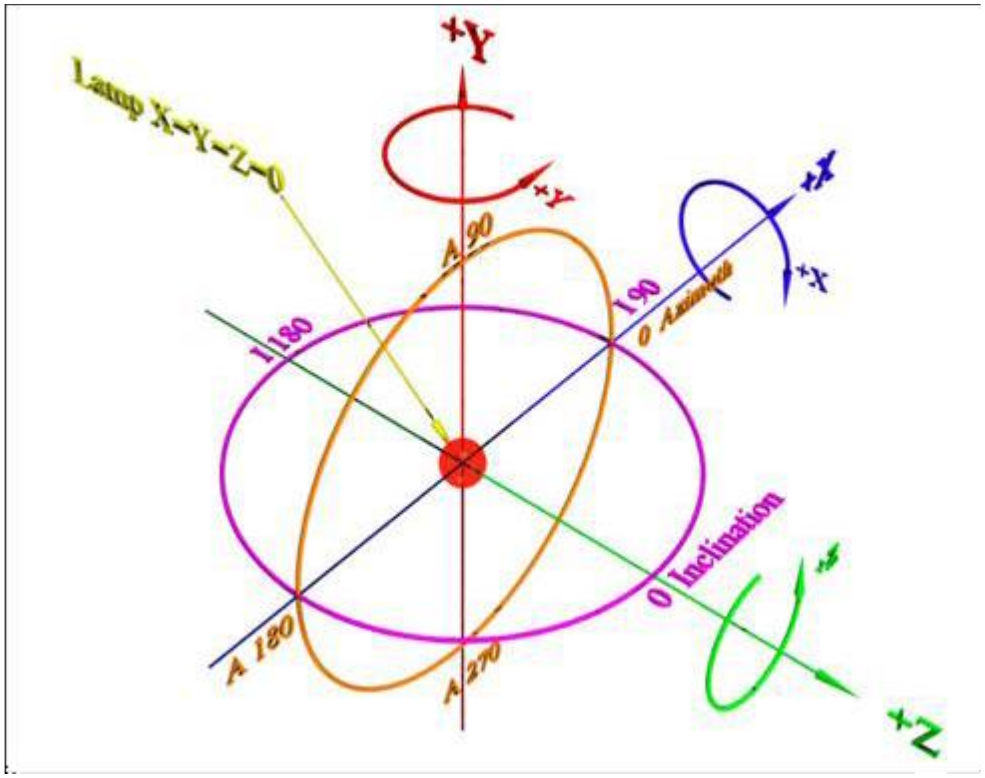
输出光源文件 (Output Source File) 输出文件的名称。输出文件始终保存在<data>\Objects\Sources\Source Files 文件夹（请参阅用户手册中的“文件夹 (Folder) ”）。 此功能只支持 SDF 文件格式，应该总是使用扩展名 SDF。

详述 (Discussion)

光谱类型仅在 Radiant Source Model 文件为通量数据且没有关联光谱数据的情况下使用。可用的光谱类型为：

- **光谱文件 (Spectrum file)**：SPCD 文件，用于定义相对波长和为光谱设置权重。有关 SPCD 文件格式的详细信息，请参阅物体属性 (Object Properties) 菜单内光源 (Source) 部分的“定义谱文件 (Defining a spectrum file) ”内容。
- **黑体 (Blackbody)**：基于黑体曲线的光谱。用以开尔文为单位的温度确定光谱。
- **窄带 (Narrowband)**：基于中心波长和光谱宽度的窄高斯光谱带，是标准差分布的两倍。

最小/最大极角和方位角允许在测量数据的角度子集内选择光线。极角角度是从+Z 轴开始测量的。极角的有效范围是从 0 到 180 度。如下图所示，方位角是从 XY 平面的+X 轴逆时针方向开始测量的。方位角的有效范围是 0 到 360 度。



各种光源生成方法 (Various Ray Origination Methods) 如下所述：

- **法向平面 (Normal Plane) :** 每条光线都是从一个与光线方向垂直的平面发出，该平面与光源所在点相交。这种方法将生成光源点与光源区距离最远的光线束。若设计中的光学平面位置比光源的旋转平面更贴近，则不要使用此方法。
- **向 X/Y/Z 轴靠近 (Closest to X/Y/Z Axis) :** 每条光线都是从一个与 X/Y/Z 轴相交或最接近 X/Y/Z 轴的点发出。若用来对沿着相应轴的抛物面反射器进行光学设计，该方法十分适用。若想要可以产生平行于相应轴的光线，则不要对这种高度平行的光源适用该方法。
- **在球面上 (On Sphere) :** 每条光线都是从一个与球面相交的点发出，这个球面以光源起点为中心并且由输入的“曲率半径 (Radius) ”决定半径。若光线不与球面相交，则会为光线选择离起点最近的点作为源点。该方法可以用于定位被球面完好封装的灯具结构（例如灯丝）与二级光学器件之间的光源起点。若光线与灯具结构之间的互相作用是重要的，则这个方法十分有效。（因此，所有的光线必须要由灯具结构以外的表面发出）
- **在 X/Y/Z 柱面 (On X/Y/Z Cylinder) :** 每条光线都是从一个与柱面相交的点发出，这个柱面的长度为无限长（除非勾选“端帽？ (End Cap?) ”选项，此时柱面的长度由“下限”和“上限”输入）并且它的半径由“曲率半径 (Radius) ”输入。圆柱轴的方向沿着 X/Y/Z 轴。若光线不与该柱面相交，则为选择离柱面最近的点。这是一种模拟细长型光源（例如灯丝，荧光

灯管）的好方法。这种方法可以用于定位被柱面完好封装的灯具结构与二级光学器件之间的光源起点。因此，这个方法可以用于光线与灯具结构之间的相互作用比较重要的光学设计。

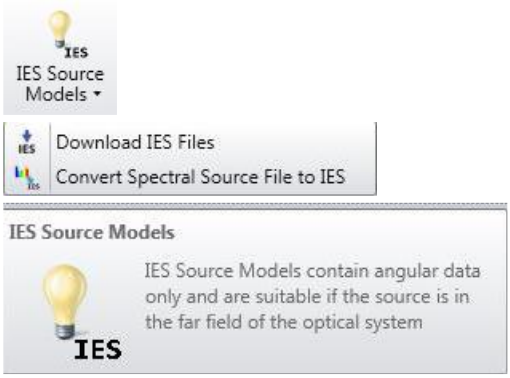
- **在 X/Y/Z 平面 (On X/Y/Z Plane) :** 每条光线都是从一个与指定平面（X/Y/Z）相交的点发出。这种方法只能运用于与指定方向与平面大致垂直的光源。对于这样的光源，这种方法适用于二级光学器件沿着坐标轴、垂直于指定平面并且靠近坐标轴的设计。
- **在长方体 (On Box) :** 每条光线都是从一个与长方体相交的点发出，这个长方体的尺寸由“最小和最大 X/Y/Z (Minimum and Maximum X/Y/Z) ”输入。若光线不与此长方体相交，则为光线选择离长方体中心最近的点。这种方法可以用于定位被长方体物体完好封装的灯具结构与二级光学器件之间的光源起点。因此，这个方法可以用于光线与灯具结构之间的相互作用比较重要的光学设计。

若选择好了所有设置，按下“生成光线文件 (Generate Rays) ”则可生成光线。用户要使用生成的光线束，请将光源文件 (Source File) 添加到 NSC 编辑器并且从物体属性 (Object Properties) 对话框中选择光线文件名。有关更多信息，请参阅“光源文件 (Source File) ”。

RSMX 文件必须放置在<data> \ Objects \ Sources \ Radiant Source Model Files 文件夹中（请参阅用户手册中的“文件夹 (Folders) 部分”）。

请注意，当生成大量光线时，此功能可能会暂时停止。这是因为 OpticStudio 生成光线的速度比写入磁盘的速度更快，若磁盘缓存完整，光线生成则必须暂停直到磁盘再次写入。若您打算经常生成大量的光线束，则强烈建议使用固态硬盘。

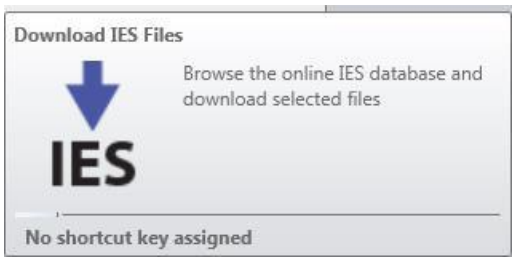
IES 光源模型 (IES Source Models)



IES 光源模型 (IES Source Model) 只包含角度数据而且可以适用于光源在光学系统远场的情况。

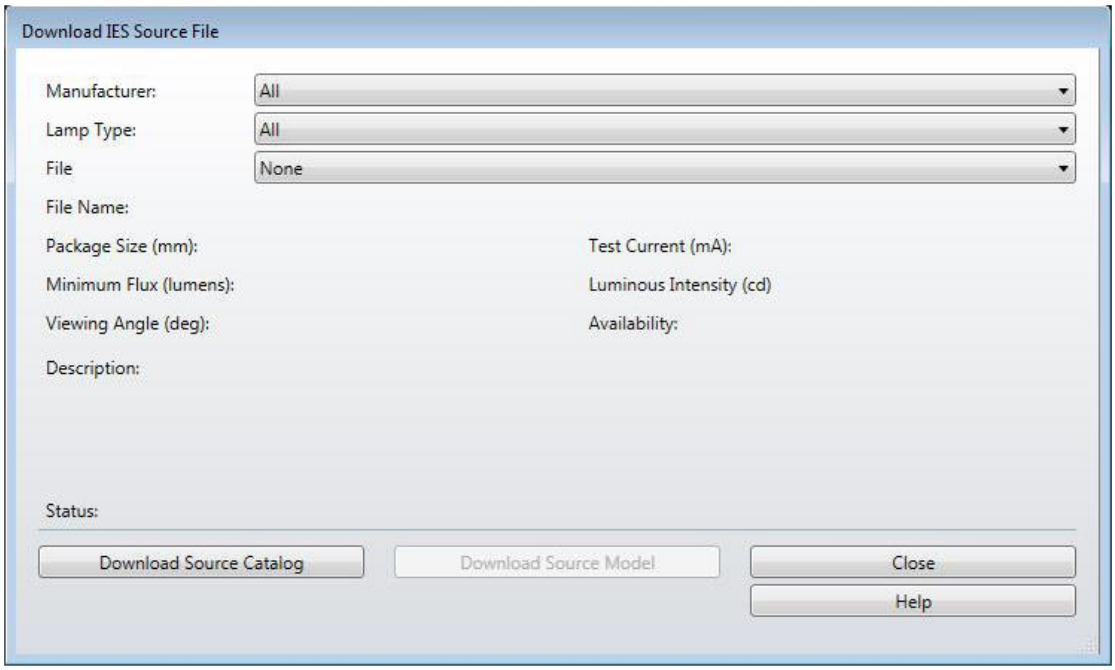
下载 IES 光源文件 (Download IES Files)





此功能仅支持于 OpticStudio 旗舰版。只有您 OpticStudio 密钥服务期为有效状态时数据下载才能进行。

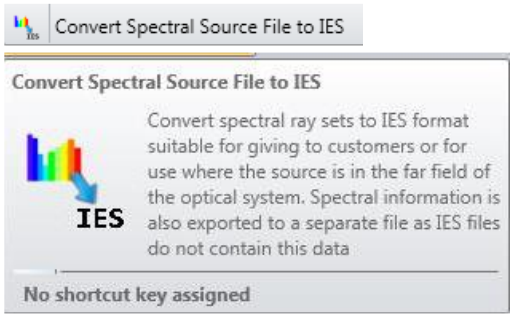
此功能从 OpticStudio 在线光源模型库中下载 IES 光源模型文件。



详述 (Discussion)

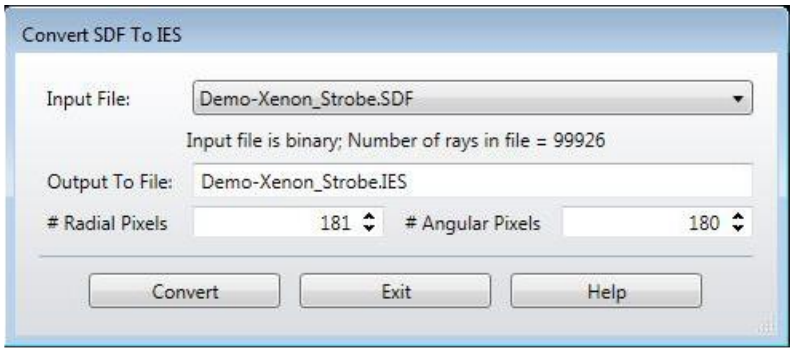
该功能几乎与“下载 Radiant 光源模型 (Download Radiant Source Models) ”功能相同。有关详细信息，请参见“下载 Radiant 光源模型 (Download Radiant Source Models) ”

将 SDF 光源文件转化为 IES 光源文件 (Convert Spectral Source File(SDF) to IES)



此功能仅支持于 OpticStudio 旗舰版。

将光谱颜色格式 (SDF) 文件转换为 IES 光源文件。



导入文件 (Input File) : 被转换的 SDF 文件名

导出至文件 (Output File) : 包含转换结果的文件名。文件扩展名必须是 IES。

径向像元素 (Radial Pixels) : 在生成的 IES 文件中使用的径向像元数量（对应于 IES 命名法中的垂直角度）。

角度像元素 (Angular Pixels) : 在生成的 IES 文件中使用的角度像元数量（对应于 IES 命名法中的水平角度）。

详述 (Discussion)

此功能允许将光谱颜色格式文件（请参阅“光源文件 (Source File) ”）转化为 IESNA 文件（请参阅“IESNA 光源文件 (Source IESNA File) ”）。这种转换可以更快地使用光源数据来建立光源处于整个光学系统远场的系统模型。

SDF 文件包含关于光源的光谱分布信息，而 IESNA 文件则不包含。在 SDF 文件中显示的光谱内容在转换过程中会创建具有 SPCD 扩展名的单独光谱文件使得其保留下来（请参阅物体属性 (Object Properties) 的光源 (Source) 部分中的“定义光谱文件 (Defining a spectrum file) ”）。

要把 SDF 文件转换为 SPCD 文件和 IESNA 文件，首先选择 SDF 文件。默认情况下，IESNA 文件的名称将与所选 SDF 文件的名称相同，只是使用不同的扩展名 (IES) 。但是，用户可以根据需要修改 IESNA 文件的名称。光谱文件的名称将始终与 IESNA 文件的名称相同，只是使用不同的扩展名 (SPCD) 。

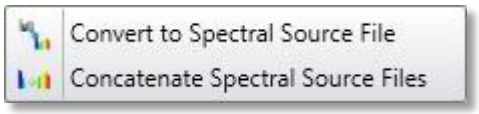
然后，用户需要制定 IESNA 文件的分辨率，即垂直和水平角度的像元数值（OpticStudio 分别将其称为径向和角度角）。用户应该注意不要指定过于巨大而不合理的数值，特别是要转换一个稀疏 SPF 文件时。例如，当转换包含大约 100,000 或更多光线的 SDF 文件时，工具中指定的默认像素值（垂直角度为 181，水平角度为 180）是合理的。对于较小的光线束，建议使用角度分辨率形式。

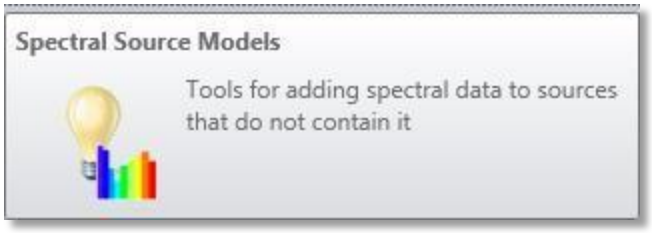
一旦选定了输入文件并指定了输出文件名和像元素，IESNA 和光谱文件通过摁下“转换文件(Convert) ”按钮来创建。IESNA 文件将被放入<data> \ Objects \ Sources \ IESNA \文件夹中，而光谱文件将被放入<data> \ Objects \ Sources \ Spectrum Files \文件夹中。

要关掉这个对话框，请按下“退出 (Exit) ”。

SDF 光源模型 (Spectral Source Models)

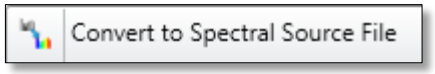


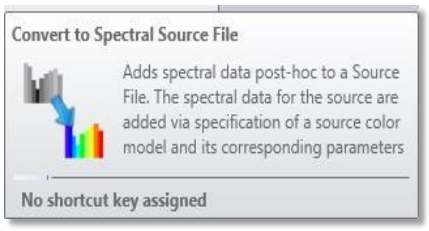




提供向未包含光谱数据的光源添加光谱数据的工具。

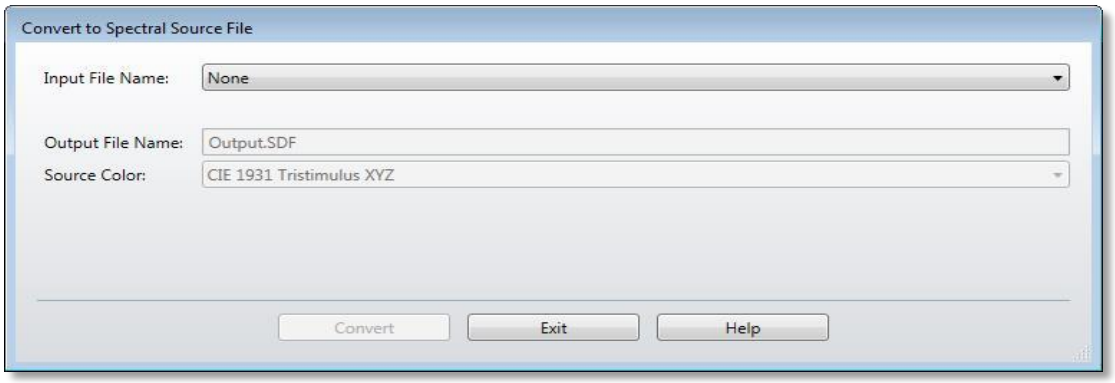
转换成光源光谱文件 (Convert to Spectral Source File)





此功能仅支持于 OpticStudio 旗舰版。

将不包含波长信息的文件（例如文件扩展名为.DAT 的光源文件）转换成包含此信息的文件。



输入文件名 (Input File Name)　被转换的 DAT 文件名

输出文件名 (Output File Name)　转换得到的文件，扩展名为.SDF

光源颜色 (Source Color)　该模型用于定义光源的光谱分布。共有十个选项可用于定义光源颜色模型，在“定义光源颜色和光谱 (Defining the color and spectral content of sources) ”部分有所阐述。

X, Y, Z; x, y; R, G, B; 温度 (K); u'v' 存在六种模型需要输入数值以确定光源颜色。应当根据所选模型输入适当的参数（例如：CIE 1931 三刺激值 XYZ 模型中 X、Y、Z 值）。系统波长、等能白光、D65 白光或者用户自定义光谱模型均无需额外输入数值。对于任何要求额外数值输入的模型，除黑体辐射光谱以外，OpticStudio 必须进行拟合以确定相应光谱（D65 白色也需要拟合）。在“光谱拟合算法 (The spectrum fitting algorithm) ”中提供了更多在拟合算法上的细节。

光谱 (Spectrum)　用于描述光源光谱分布的波长数目。当用户选择了系统波长或者用户自定义光谱模型（若选择后者，来自光谱文件的合适值将被读取至对话框中）将会无法控制该参数。

波长从 (Wavelengths From) 用于描述光源光谱分布的最小波长，以微米为单位。

当选择了用户自定义光谱模型时，用户将会无法控制该参数（光谱文件中的合适值将被读取至对话框中）。当选择系统波长模型时，该参数名称将变为“波数(Wavenumber)”，用于输入相应的波数值来定义光谱分布（0 值表示多色光，比如所有波长编辑器内的所有波长都将结合其权重用于定义多色光）。

到 (To) 用于描述光谱分布的最大波长（以微米为单位）。当用户选择了系统波长或者用户自定义光谱模型将会无法控制该参数（若选择后者，来自用户自定义光谱的合适值将被读取至对话框中）。

光谱文件 (Spectrum File) 文件名称内包含了光源的光谱数据信息。当选择用户自定义光谱模型后才可使用此操作。

更多文件格式的信息请参阅物体属性 (Object Properties) 内光源 (Source) 部分的“定义光谱文件 (Defining a spectrum file) ”。

详述 (Discussion)

此功能允许在光源文件中加入光谱信息，将仅含有通量信息格式的文件转换为光谱颜色格式的文件（参阅“光源文件”(Source File) ）。通过光源颜色模型的详细规格和相应的参数，可以将光谱数据加入至光谱当中。OpticStudio 基于蒙特卡罗采样算法，将波长分配给在输入文件中的每条光线，这样光源的总体颜色都能与输入规格相匹配。在保留了原始输入文件（扩展名为.DAT）的同时，包含了波长的光源将被写入新的文件内保存（扩展名为.SDF）。

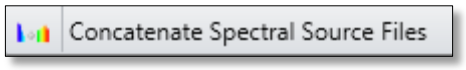
根据 DAT 文件创建 SDF 文件，首先需要选择 DAT 文件。默认地，SDF 文件名和 DAT 文件是一样的，仅是扩展名不同。如果需要的话，用户可以修改 SDF 的文件名。因此，一份 DAT 文件可创建不同的 SDF 文件，这些 SDF 文件具有不同的光谱分布。

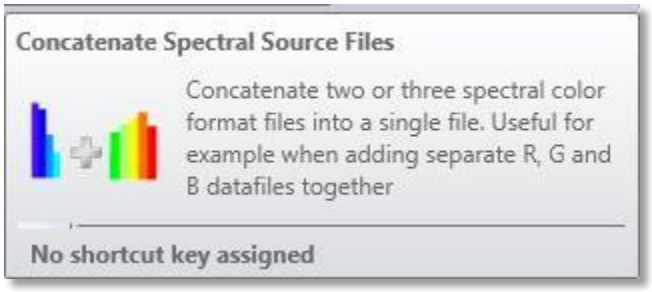
一旦选择了输入 DAT 文件（提供了相应的 SDF 文件名），则光源颜色模型就已指定。后续的所有输入都将是基于所选光源颜色模型进行的。

一旦选择了文件和颜色模型，通过选择“转换 (Convert) ”按钮，SDF 文件就创建好了。生成文件将放在<data>\Objects\Sources\Source Files\ folder 中。

关闭对话框，按“退出 (Exit) ”

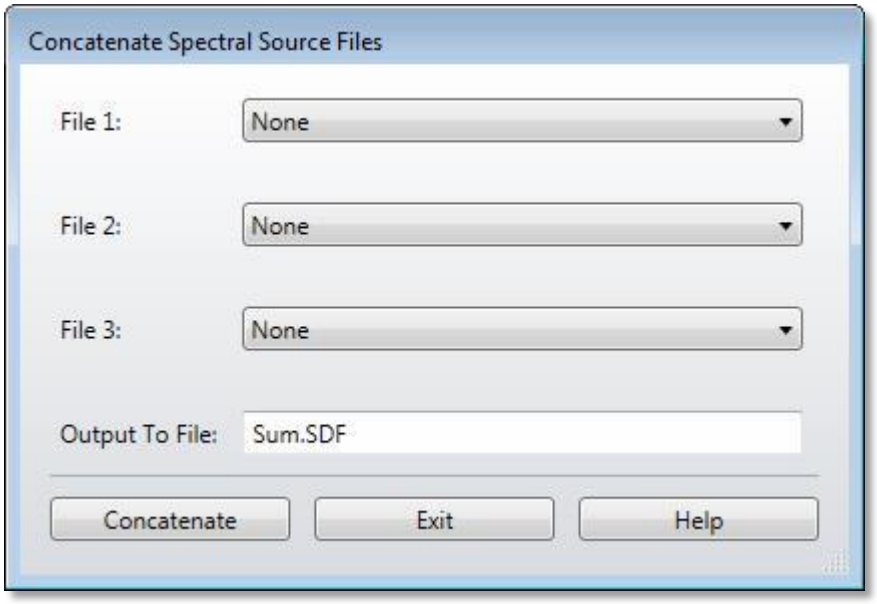
合并光谱光源文件 (Concatenate Spectral Source Files)





此功能仅支持于 OpticStudio 旗舰版。

将 2 个或 3 个光谱颜色格式 (SDF) 文件合并为一个 SDF 文件。



文件 1 用于合并的第一个 SDF 文件名。如果用户只希望合并 2 个文件，可保持未选（请参阅下面详细内容）
文件 2 用于合并的第二个 SDF 文件名。如果用户只希望合并 2 个文件，可保持未选（请参阅下面详细内容）
文件 3 用于合并的第三个 SDF 文件名。如果用户只希望合并 2 个文件，可保持未选（请参阅下面详细内容）

导出至文件 文件名称包含了合并结果。这个文件的扩展名为.SDF。

详述 (Disscussion)
该功能允许 2 个或者 3 个光谱颜色格式文件（请参阅“光源文件 (Source File) ”）合并为一个文件。只有所有的输入文件都是二进制格式时，才可进行合并。另外，所有的文件必须使用相同的尺寸单位，同时在每个文件中的偏移、旋转和缩放比例为了合并进行必须完全一致。该最适用于不同的滤色镜用于测量相同光源或发光几何体时（不同颜色分别具有其光源文件)，，用户希望将不同的过滤数据合并成为一个文件的情况。

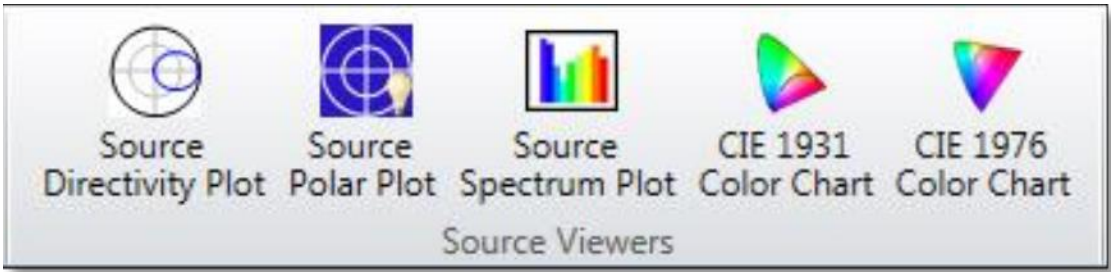
为了创建合并文件，首先选择三个所需要的输入文件（“文件 1”、“文件 2”、“文件 3”)。只合并两个文件，选择其中一个保持不选中。如果未选中超过一个文件，将会显示错误并且不会再进行合并。即使提供了默认的合并文件名 (Sum.SDF) ，依然建议应该提供输出文件的用户自定义名。

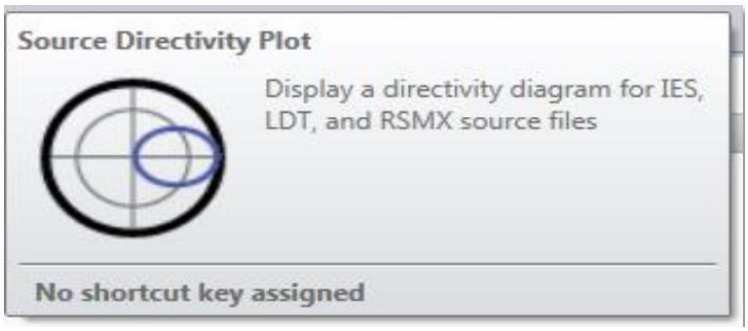
一旦选择了输入文件并且确定输出文件名，通过选择“合并 (Concatenate) ”按钮创建合并的文件。输出文件将放置在<data>\Objects\Sources\Source Files\ folder。

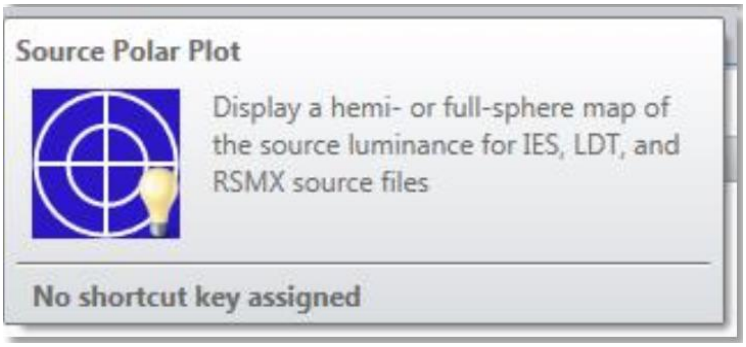
关闭对话框，按“退出 (Exit) ”。

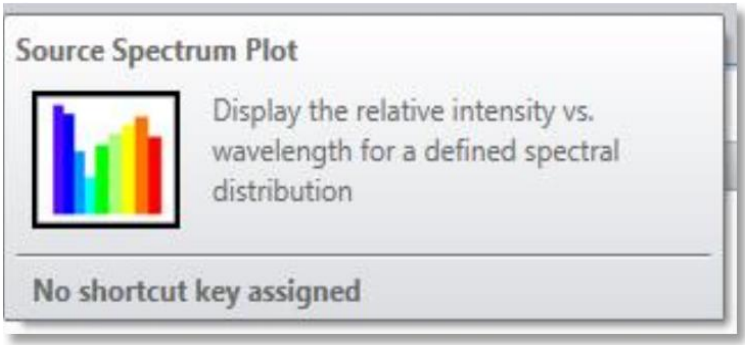
光源查看器组（Source Viewers Group）

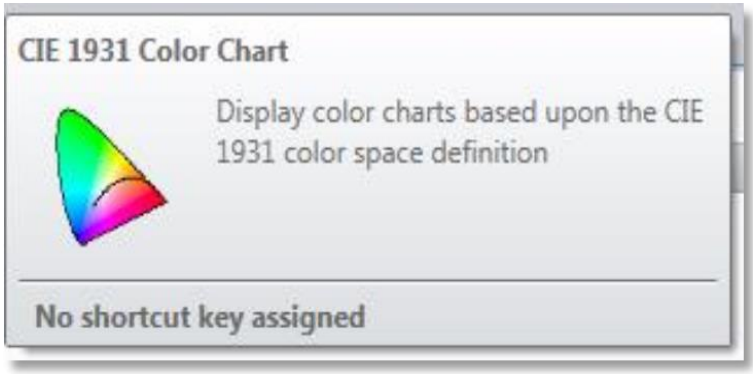
这些功能用来显示光源模型数据。

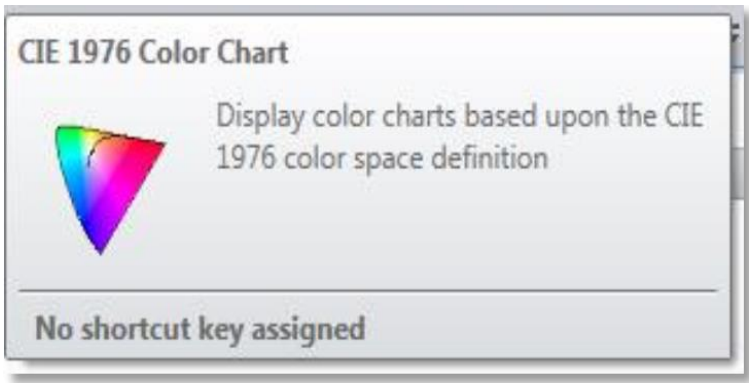



Source Directivity Plot
Display a directivity diagram for IES, LDT, and RSMX source files
No shortcut key assigned


Source Polar Plot
Display a hemi- or full-sphere map of the source luminance for IES, LDT, and RSMX source files
No shortcut key assigned

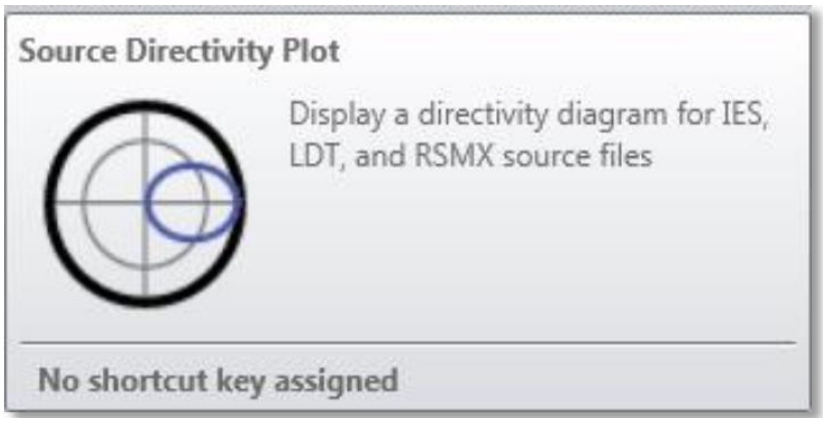

Source Spectrum Plot
Display the relative intensity vs. wavelength for a defined spectral distribution
No shortcut key assigned


CIE 1931 Color Chart
Display color charts based upon the CIE 1931 color space definition
No shortcut key assigned



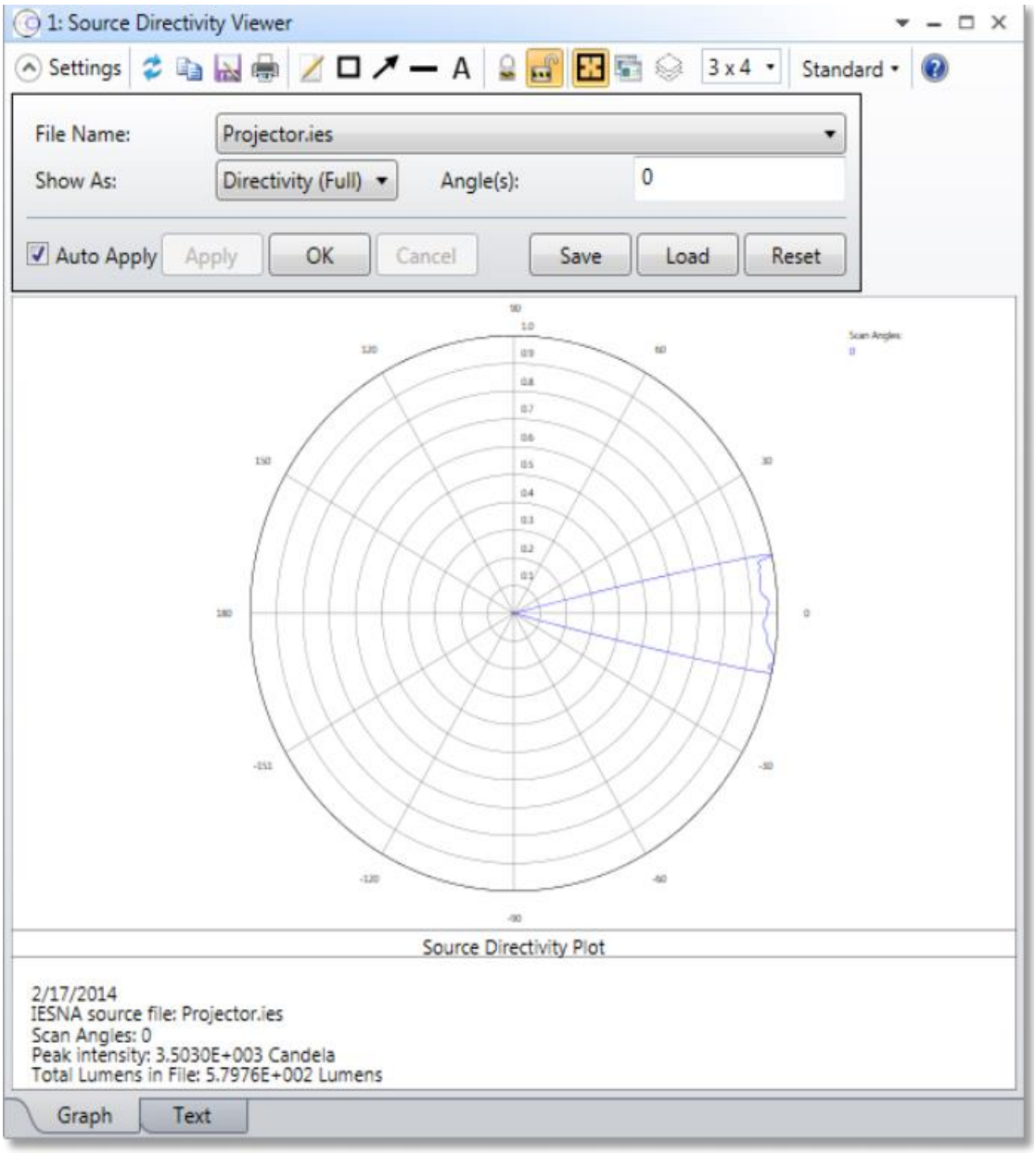
光源配光曲线（Source Directivity Plot）





此功能只能在 **OpticStudio 旗舰版** 中使用。

显示 IES、LDT 和 RSMX 光源文件配光曲线图。



文件名 IESNA IES，EULUMDAT LDT，Radiant 光源模型 RSMX，SDF 光线文件的文件名，文件中含有要显示的数据。

显示为 可以显示为半球或整球数据。

角度 这个控件支持使用由逗号分隔的多个角度。例如，列出的角度可能是 0，45，90，135。所

有角度的数据都显示在同一图上。最多可以列出五个角度。

讨论

配光曲线横截面所在平面包含局部 Z 轴和一个绕 Z 轴逆时针旋转的点(当点与+X 轴方向一致时角度为零)。

IES 文件必须放在 <data>\Objects\Sources\IESNA 文件夹中。

LDT 文件必须放在 <data>\Objects\Sources\EULUMDAT 文件夹中。

RSMX 文件必须放在 <data>\Objects\Sources\Radiant Source Model Files 文件夹中。

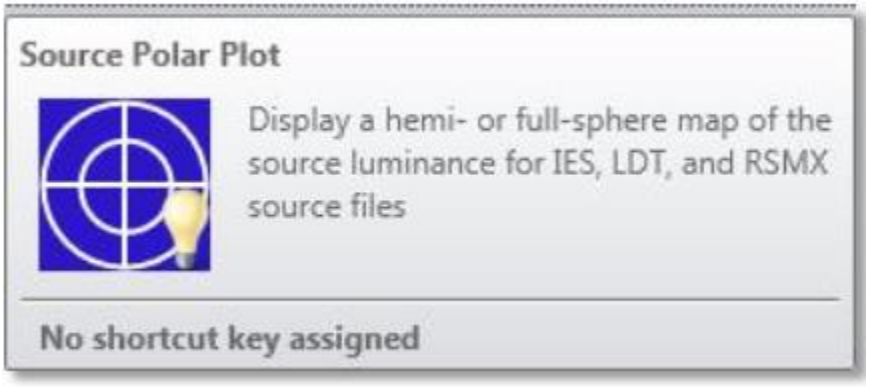
SDF 文件必须放在 <data>\Objects\Sources\Source Files 文件夹中。

注意，可见光谱之外的波长的辉度为零。

有关文件夹的更多信息，请参阅用户手册中的“文件夹”（**Folders**）。

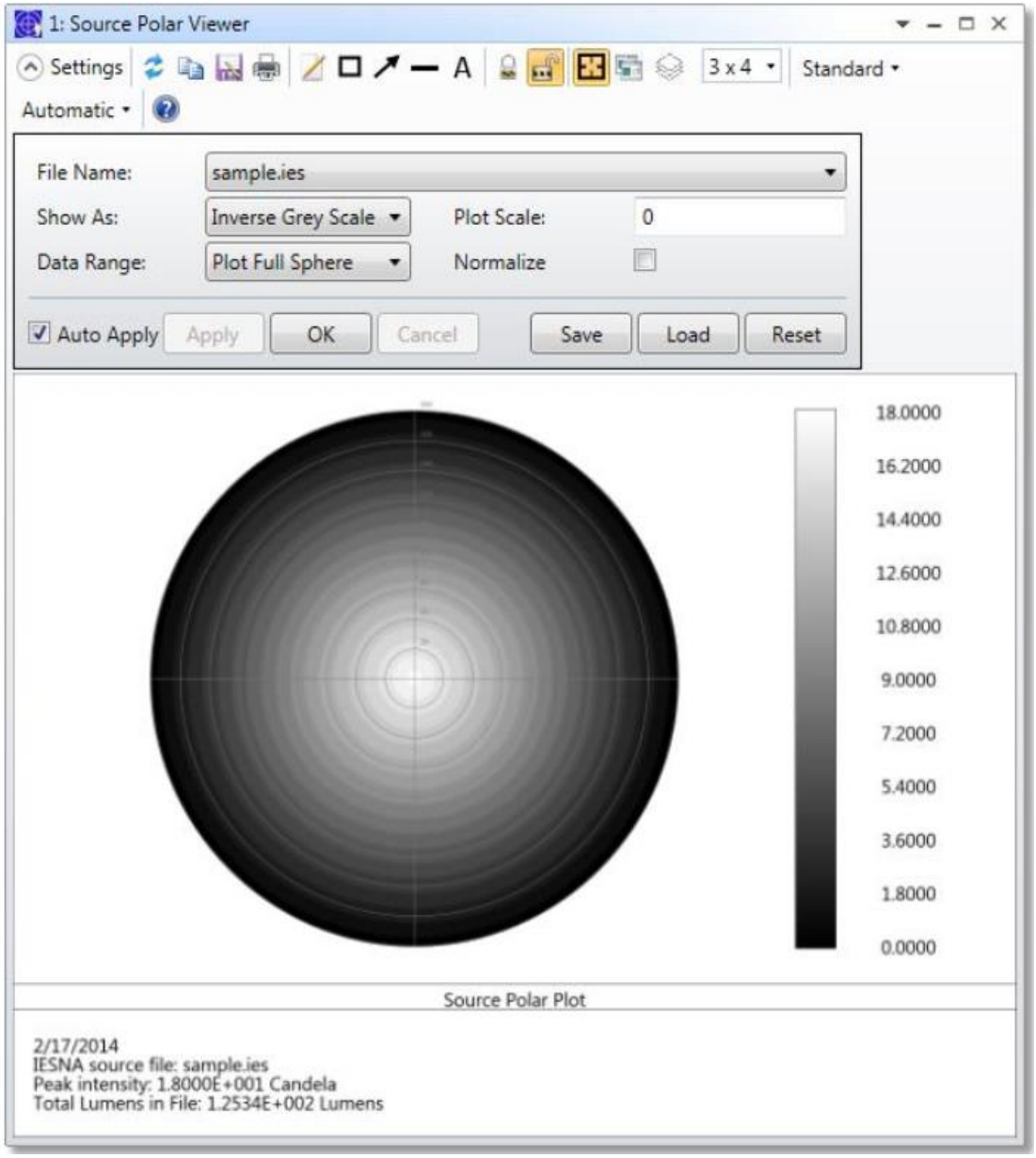
光源极坐标图（Source Polar Plot）




Source Polar Plot
Display a hemi- or full-sphere map of the source luminance for IES, LDT, and RSMX source files
No shortcut key assigned

这些功能只能在 OpticStudio 的旗舰版 中使用。

这个功能可以显示 **IES，LDT，RSMX 光**源文件的半球或整球亮度。



文件名 IESNA IES， EULUMDAT LDT， Radiant 光源模型 RSMX，SDF 光线文件的文件名，文件中含有要显示的数据。

显示为 数据可以显示为灰度，反灰度，伪彩色和反伪彩色。

图形缩放 该控件可设置绘图的比例上限。

数据范围 极坐标数据可以显示在一个完整的球内(180 度极角)或在一个半球内(90 度极角)。

归一化 将文件中的所有数据归一化至最大值为 1.0 坎德拉（Candela）。

讨论

IES 文件必须放在 <data>\Objects\Sources\IESNA 文件夹中。

LDT 文件必须放在 <data>\Objects\Sources\EULUMDAT 文件夹中。

RSMX 文件必须放在 <data>\Objects\Sources\Radiant Source Model Files 文件夹中。

SDF 文件必须放在 <data>\Objects\Sources\Source Files 文件夹中。

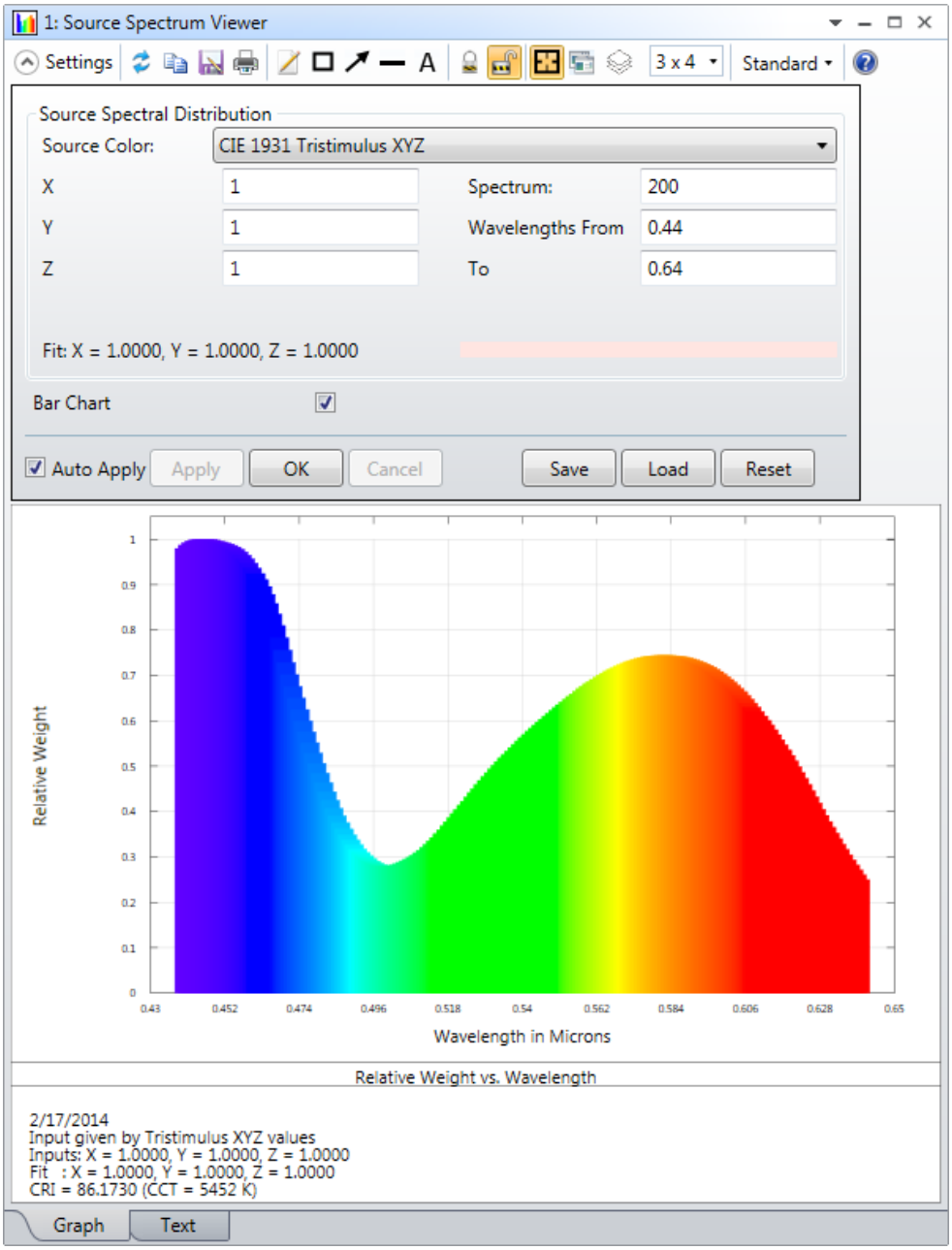
注意，可见光谱之外的波长的辉度为零。

有关文件夹的更多信息，请参阅用户手册中的“文件夹”（Folders）。

[光源光谱图](Source Spectrum Plot)

只有 OpticStudio 旗舰版才提供此功能。

显示定义的光谱分布的相对强度随波长的变化关系。



[光源颜色](Source Color) 该模型用于定义光源光谱分布。光源颜色模型的十个选项在“定义光源颜色和光谱内容”(Defining the color and spectral content of sources)中有介绍。

X、Y、Z；x、y；R、G、B；Temp (K)；u'v' 其中六种模型需要额外的数据来表征光源颜色。应根据选定的模型输入适当的值(例如，针对 CIE 1931 三刺激值 XYZ 模型，输入 X、Y 和 Z 值)。[系统波长](System Wavelengths)、[等能光谱](Uniform Power Spectrum)、[D65 白光](D65 White)或[光谱文件](Spectrum File)模型不需要输入额外数据。对于需要输入额外数据的模型（黑体光谱除外），OpticStudio 必须进行拟合才能确定相应的光谱（D65 白光模型也需要这种拟合）。有关拟合算法的更多详

细信息，请参阅“光谱拟合算法”（The spectrum fitting algorithm）。

[光谱](Spectrum) 用于表征光源光谱分布的光谱个数。当选择[系统波长](System Wavelengths)或[光谱文件](Spectrum File)模型时，用户无法使用此选项（在[光谱文件](Spectrum File)模型中，光谱文件中的对应值将自动读入对话框中）。

[波长从](Wavelengths From) 用于表征光源光谱分布的最小波长（以微米为单位）。当选择[系统波长](System Wavelengths)或[光谱文件](Spectrum File)模型时，用户无法使用此选项（在[光谱文件](Spectrum File)模型中，光谱文件中的对应值将自动读入对话框中）。

[到](To) 用于表征光源光谱分布的最大波长（以微米为单位）。当选择[系统波长](System Wavelengths)或[光谱文件](Spectrum File)模型时，用户无法使用此选项（在[光谱文件](Spectrum File)模型中，光谱文件中的对应值将自动读入对话框中）。

[光谱文件](Spectrum File) 包含光源光谱数据的文件名称。只有在选择[光谱文件](Spectrum File)模型时，这个选项才有用。有关文件格式的更多详情，请参阅[光源](Source)部分 [物体属性](Object Properties)中的[定义光谱文件](Defining a spectrum file)。

[柱状图](Bar Chart) 如果选中，数据将显示为柱状图。

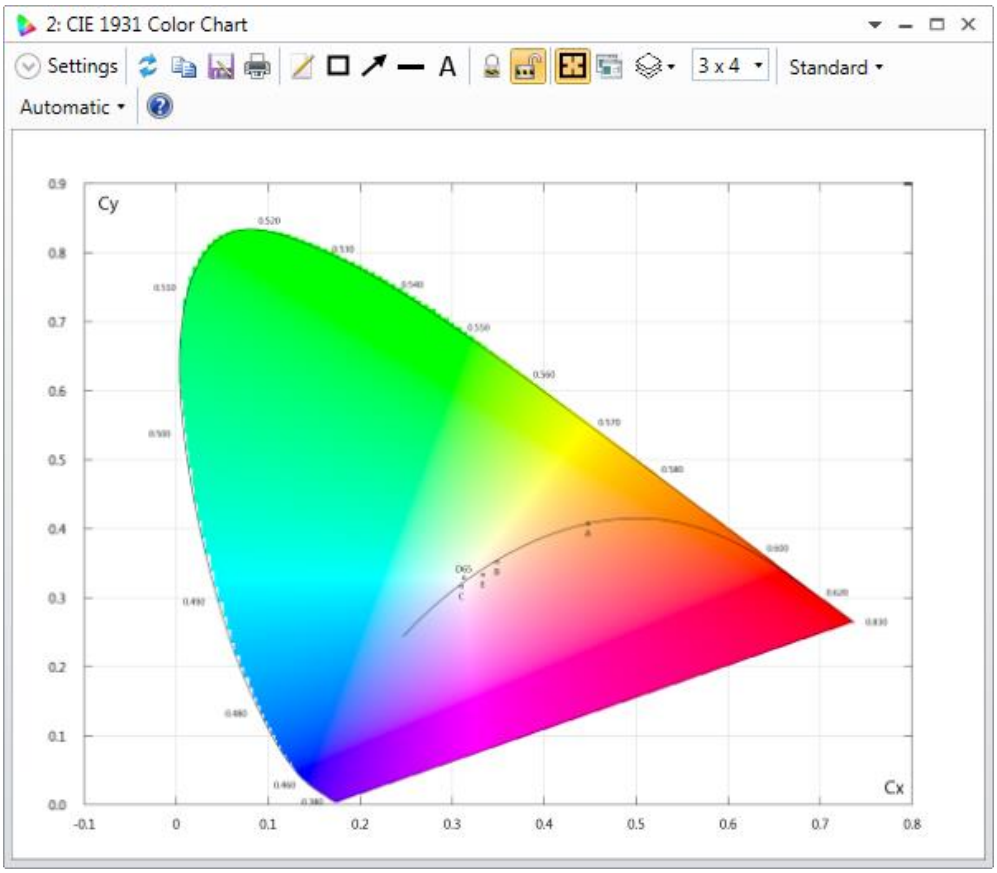
[详述](Discussion)

该功能用于显示非序列模式中定义的光源光谱分布。可根据十个模型中的任一个模型来定义光源光谱分布，每个模型都在“定义光源颜色和光谱内容”（Defining the color and spectral content of sources)中进行了详细描述。结果显示为每个离散波长上的光谱分布，显示为标记叉或者条形图。标记叉或条形图根据相应波长最接近的 RGB 值着色（如果对于特定波长不存在 RGB 值，则会对该数据点使用黑色）。有关如何确定特定光源颜色模型的波长和权重的更多详细信息，可参阅“光谱拟合算法”（The spectrum fitting algorithm）。输入的分布及由光谱拟合算法确定的三刺激值会显示在分析窗口的文本部分。在文本部分底部显示光谱分布的“显色指数”(Color Rendering Index) (CRI) 和“相关色温”(Color Correlated Temperature) (CCT)。

[CIE 1931 色品图](CIE 1931 Color Chart)

只有 OpticStudio 旗舰版才提供此功能。

该功能显示基于 CIE 1931 色彩空间的色度图。

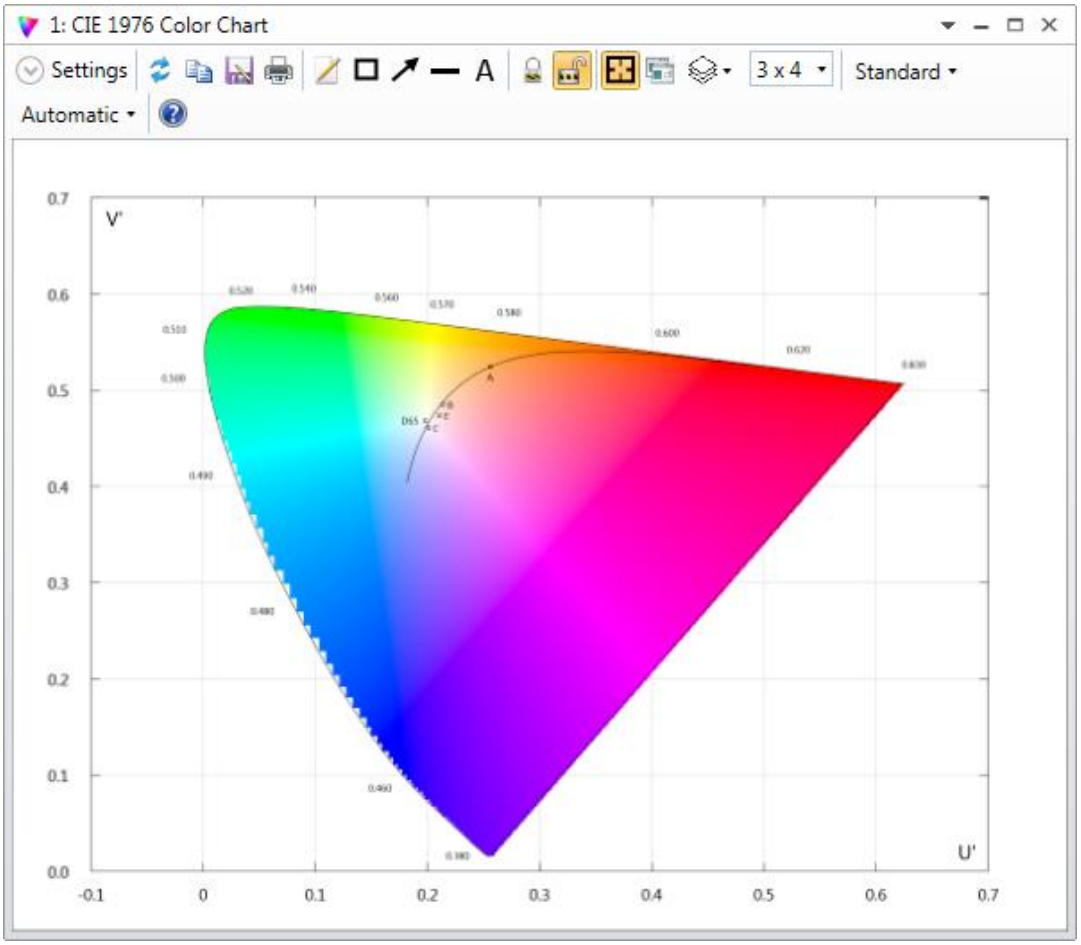


[详述](Discussion) 此图仅供参考，不以当前系统的任何属性为根据。另请参阅手册中的“定义光源颜色和光谱内容”（Defining the color and spectral content of sources)。

[CIE 1976 色品图](CIE 1976 Color Chart)

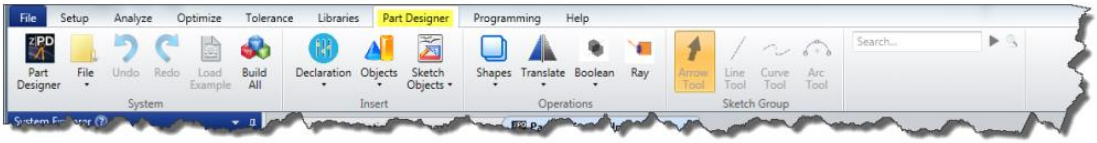
只有 OpticStudio 旗舰版才提供此功能。

该功能显示基于 CIE 1976 色彩空间的色度图。

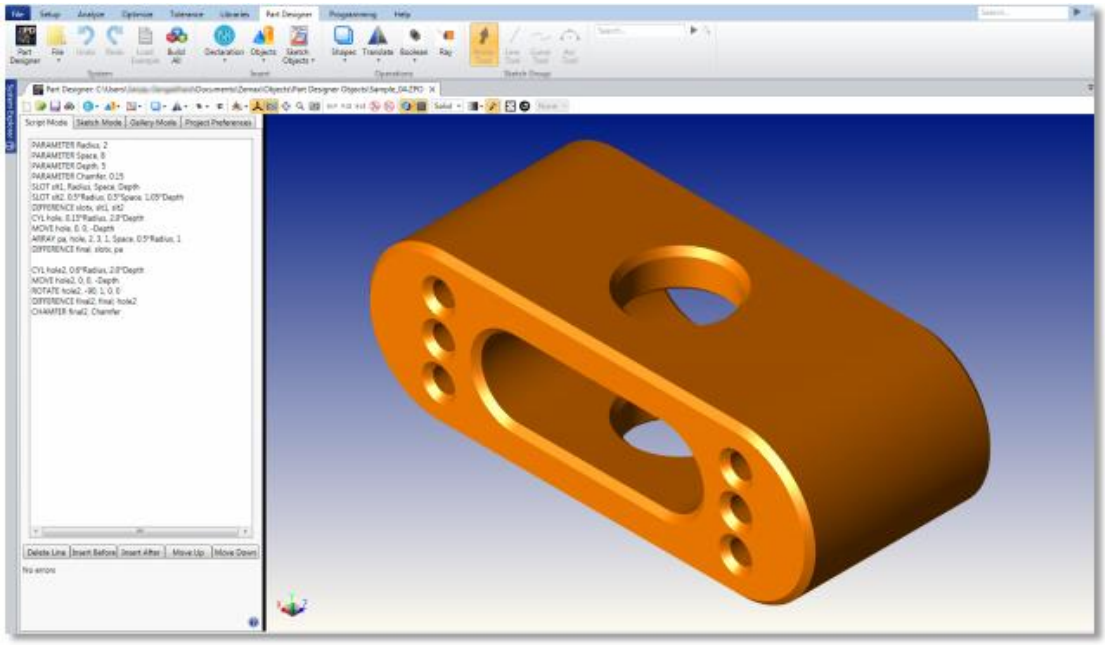


[详述](Discussion) 此图仅供参考，不以当前系统的任何属性为根据。另请参阅手册中的“定义光源颜色和光谱内容”（Defining the color and spectral content of sources)。

零 件 设 计 选 项 卡 （The Part Designer Tab）



用户可以在 Zemax 零件设计（ZPD）界面创建和操作几何体，且该建模环境独立于 OpticStudio。例如“Ghost 视图”及灵活的几何体创建等特殊功能允许用户快速的建模、评估或修改其中的单独一项操作步骤以实现最终的物体创建。在 ZPD 控制面板中，用户可以对一个几何模型快速的做出修改、添加命令操作、几何模型运算并快速得到结果。总之，零件设计可以以精简的过程实现 3D 实体几何体的建模，并将该模型应用到 OticStudio 的非序列设计当中。



【系统选项组 (零件设计选项卡)】(System Group(the part designer tab))



【零件设计】(Part Designer)



运行零件设计窗口

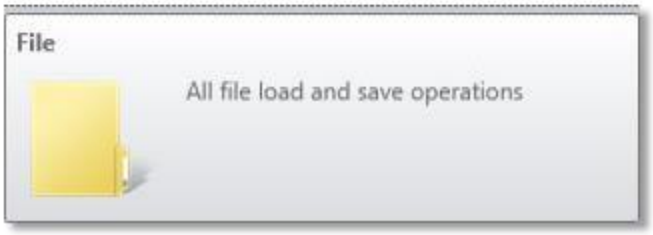
【文件（系统选项组 零件设计选项卡）】(File (system

group， the part designer tab))





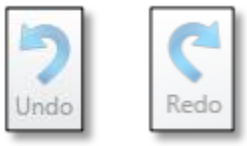




零件设计的导入、保存和导出选项

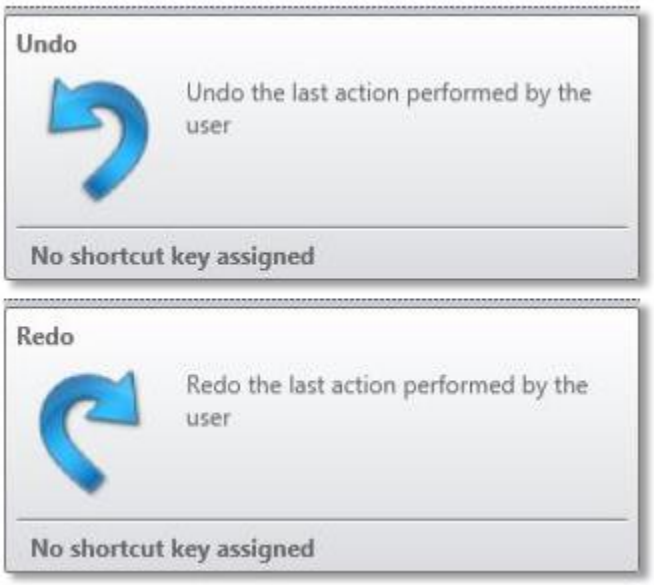
【新建】(New) 清除当前文件并建立一个新的零件文件
【导入】(Load) 打开一个已有文件
【保存】(Save) 用当前的文件名保存零件设计文件，并覆盖先前的文件
【保存至】(Save As) 用一个新的文件名保存零件设计文件，并保持原文件不变
【保存零件库】 (Save Gallry) 用户可以使用“保存零件库数据”选项将当前状态下，含有用户备注和位图图像等补充信息的文件进行保存。这些信息可以通过零件库模式获取。
【导出至】(Export As) 将文件导出为各种 CAD 文件格式，如 IGS、STEP、STL、SAT 等格式
【撤销】 (Undo) 撤销最近一次的操作
【恢复】 (Redo) 恢复上一次撤销的操作
【选中部分建模】 (Build Selected Line) 编译选中的部分
【全部建模】 (Build All) 编译并显示当前模型

【撤销 恢复】（Undo Redo）



可以在草图中应用撤销和恢复功能

注意这个功能并未连接到配置选项（设置>配置选项>快捷键）中设置的快捷键。



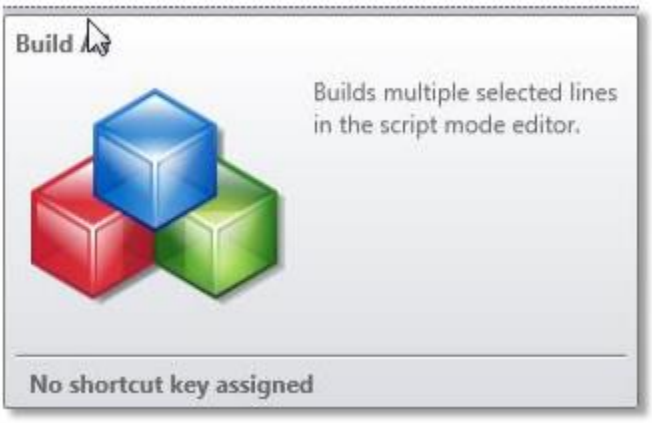
【导入示例】(Load Example)



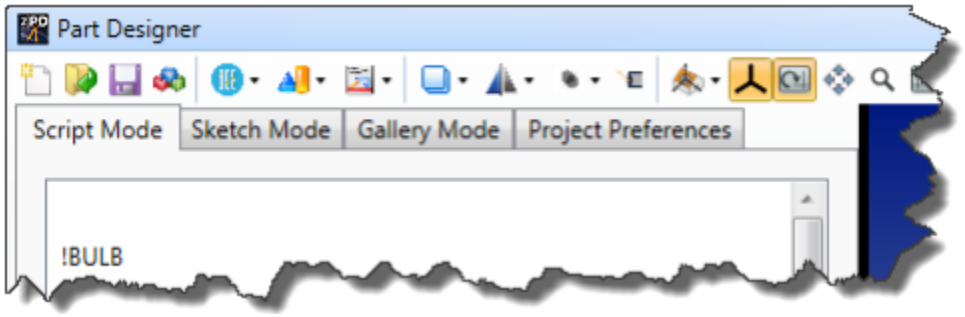


【编译所有】 (Build All)





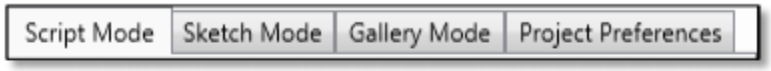
【脚本,草图，零件库，配置选项】(Script，Sketch， and Gallery Modes， Project Preferences)



Zemax 零件设计有三种主要的操作模式：脚本，草图和零件库。这也是零件设计的配置选项中需要设置的内容。

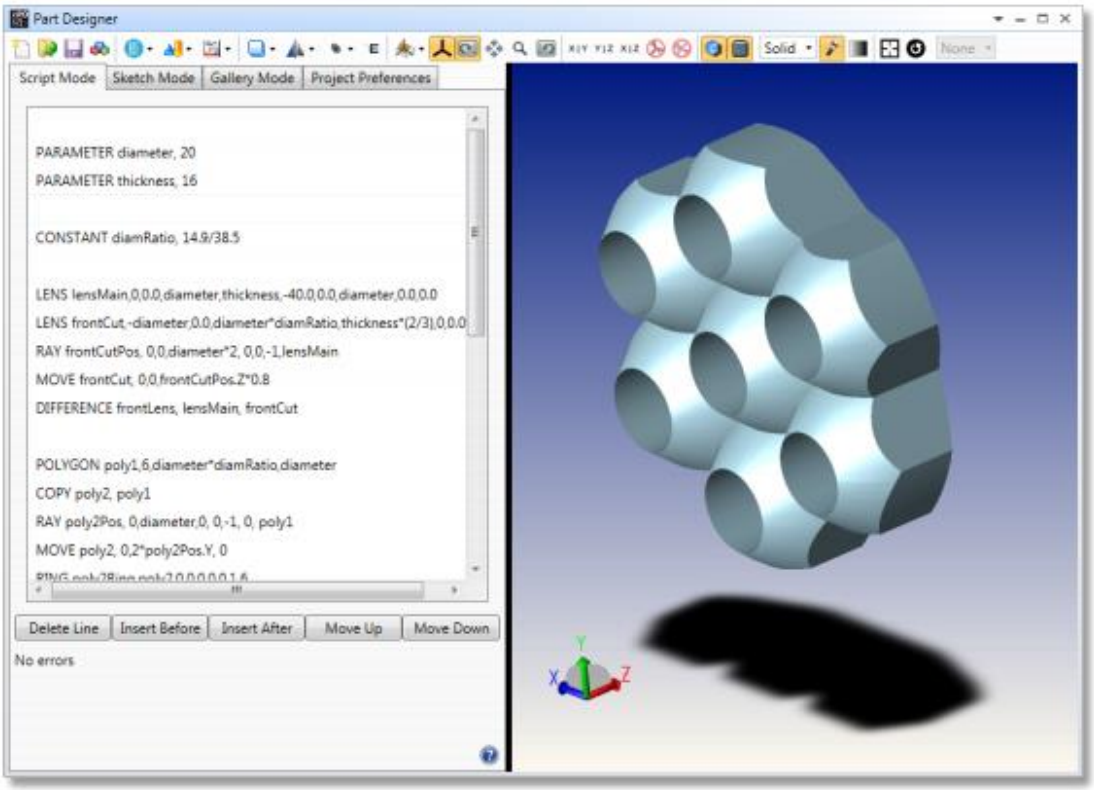


【脚本模式】(Script Mode)

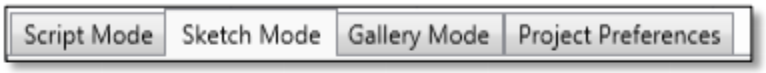




草图模式是零件设计的基础。该模式运行时和标准的文本编辑器相似，它允许用户自行编写脚本来生成用户想要的几何体。

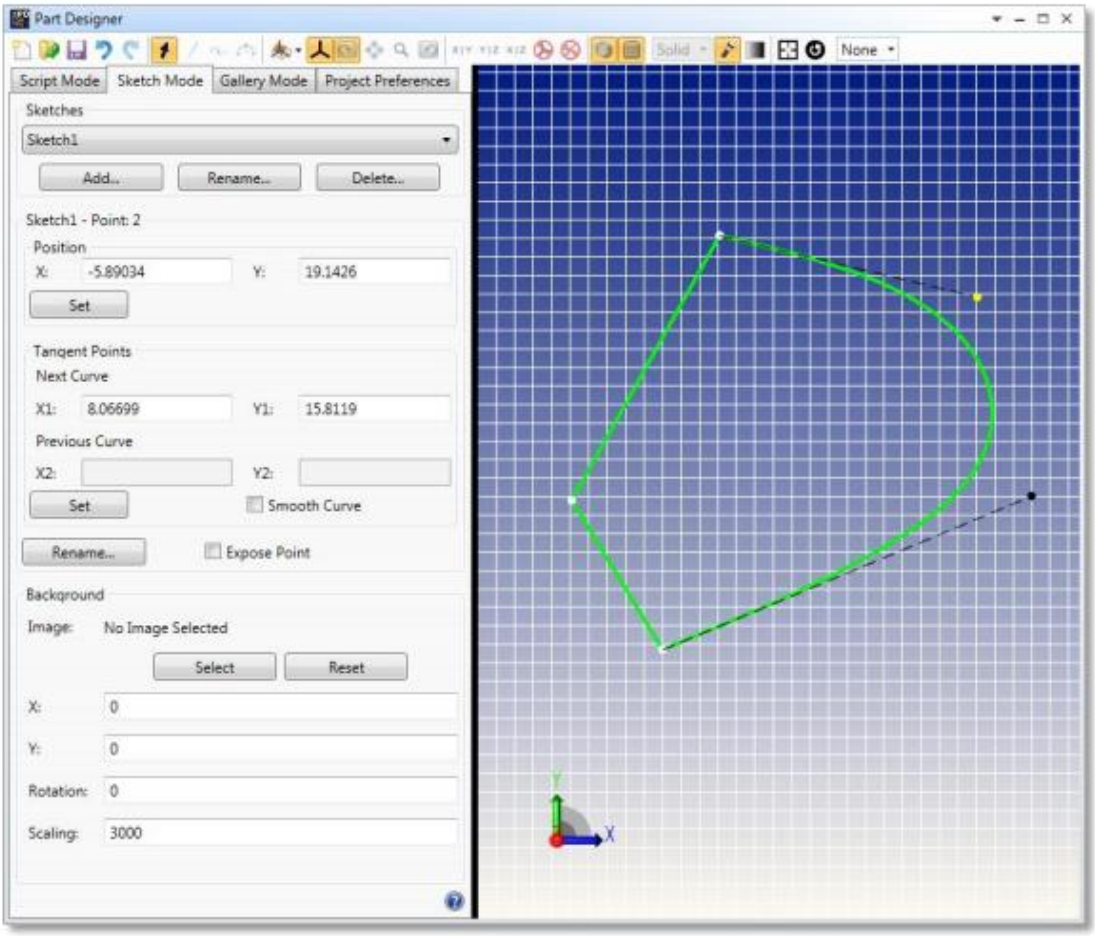


【草图模式】 (Sketch Mode)





草图模式是一个简单但功能强大的工具，用户可用它来定义草图。这些草图用来连接列在应用工具栏“草图物体”菜单下的指令。

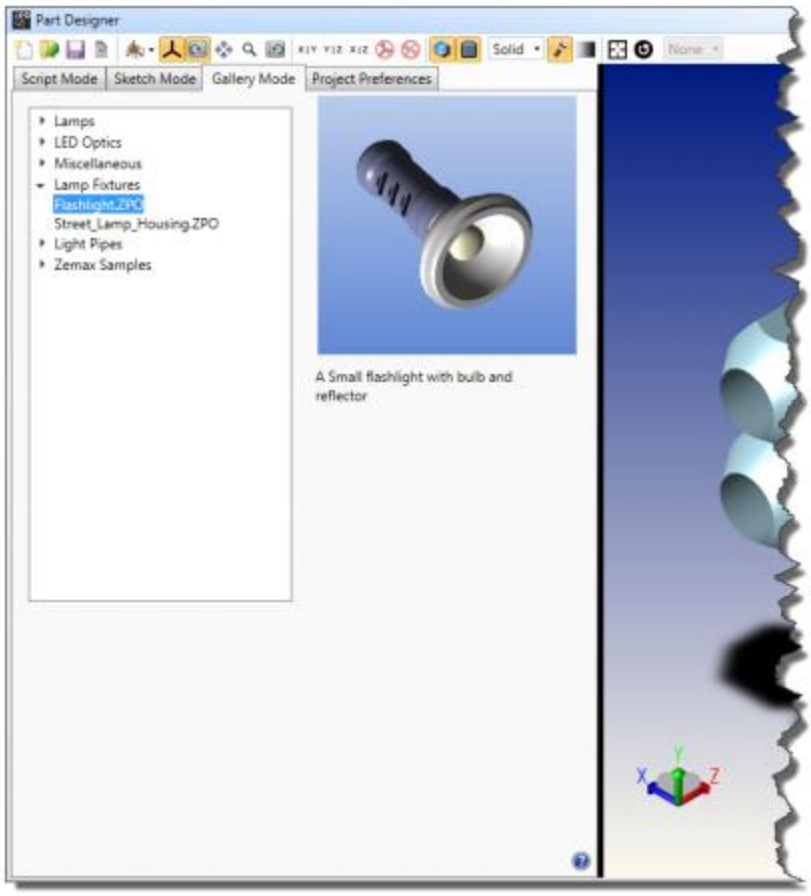


【零件库 （脚本，草图，零件库，工程属性）】(Gallery Mode (script，sketch，and gallery modes，project preferences))

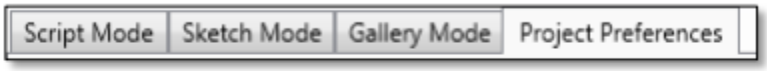


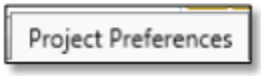


零件库将打开 Zemax 零件设计默认地址下的文件目录。此功能允许用户将文件按应用（收藏，源文件，附属文件，杂项）或文件名进行分类。用户通过双击每个列出的文件可以查看零件的简要描述。

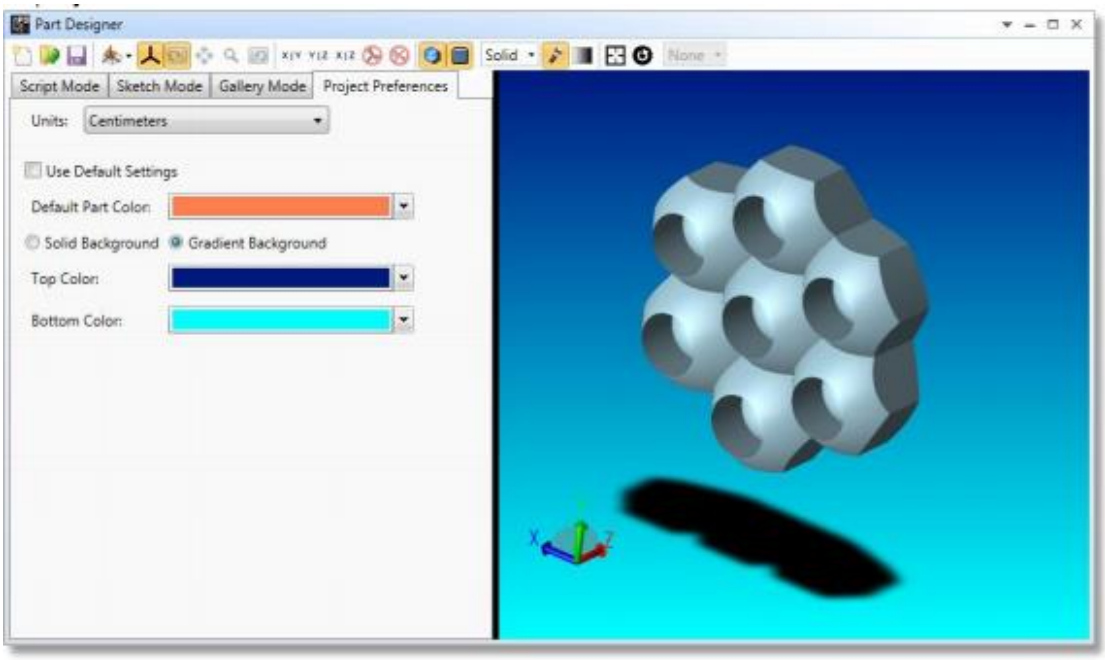


【配置选项（脚本，草图，零件库，配置选项）】(Project Preferences (script，sketch，and gallery modes，project preferences))





用户可使用工程属性菜单对当前零件的设置和 ZPD 3D 显示的设置进行修改。



【单位】(Units)

在系统默设置中，ZPD 使用毫米作为度量单位。通过保存零件可以将零件和所选择的单位类型统一起来。只有当单位类型被修改，零件被重新保存之后零件的单位才会改变。

在 ZPD 中打开一个零件时，ZPD 会将当前文件中的单位设置为该零件的单位，当关闭文件后，ZPD 会将该文件的单位恢复至打开前的状态。

在 OpticStudio 中打开一个零件，如果该零件文件的单位和当前 OpticStudio 文件的系统透镜单位不相同，将出现一个警告。当单位不同时，OpticStudio 将不能执行转化操作。

以 CAD 格式导出的 ZPD 零件会使用所选的单位类型。如果只在 OpticStudio 中打开和导出一个零件，OpticStudio 会使用系统设置中的透镜单位作为零件单位。

【使用默认设置】(Use Default Settings)

如果该方框被选选中，其余设置将锁定为系统默认值，并且用户不能进行修改。为了选择自定义的设置，请勿选中此框。

【零件默认颜色】(Default Part Color)

在应用任何颜色命令前，这项设置控制着 ZPD 中设计的零件的颜色。这一设置只控制 ZPD 中零件的的颜色，在 OpticStudio 中的 ZPD 物体颜色不会被这项设置所影响。

注意：我们需要重新编译草图后才能显示对这些设置的修改。

【背景颜色】(Background Color)

纯颜色背景：用户可以从软件预定义的调色板中，或是设定 RGB 值（在高级下）来定义背景颜色。

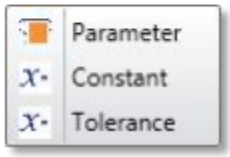
渐变颜色背景：选择两种颜色，每种代表竖直方向上的渐变背景的 RGB 值。顶部和底部的颜色选择分别代表梯度背景上的相应位置处的颜色。

【插入选项组（零件设计选项卡）】(Insert Group (the part designer tab))

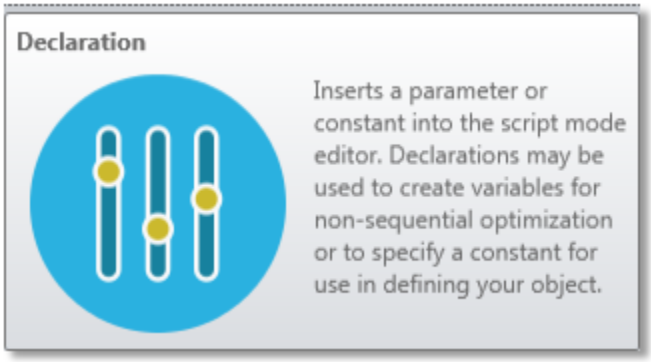


【声明】(Declaration)





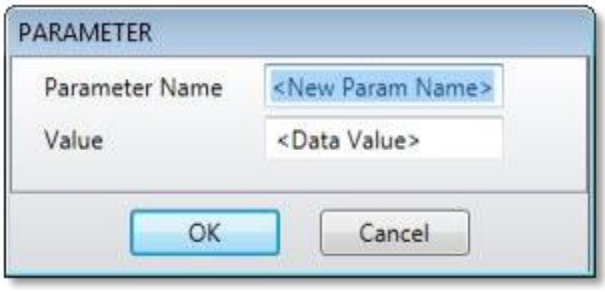
用于存储 OpticStudio 和草图中的变量。



通过参考已经被声明的数值名称，用户可以使用声明命令来定义可能会在草图其他地方中使用的数值。有

两种定义形式：参量和常量。其区别在于，参量在 OpticStudio 的用户界面中可以显示出来，在脚本中定义的数值可能会被非序列元件编辑器重新定义为不同的数值。

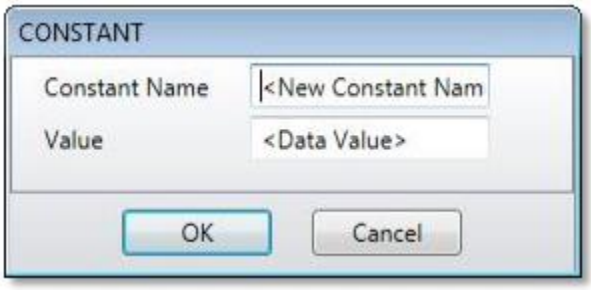
【参量】(Parameter)



PARAMETER 名称，数值

PARAMETER 命令用来定义常量的名字和数值，定义之后该参数可以被赋予任意数值。这个已被定义的参量作为一个用户定义的参量，将自动调用给 OpticStudio。在 OpticStudio 中改变和优化参量将会重新建立整个物体，该物体具有新的参数。并且在 OpticStudio 中定义的变量将覆盖脚本中的数值。草图中的数值只用于作为 NSC 物体第一次载入时的系统默认值。使用之前在声明或计算中定义的数值不能再被定义为参量。只有单独的数值才可以。参量的名称会出现在非序列编辑器中，并且其数值会如同任意物体中的其他参量值一样被修改。

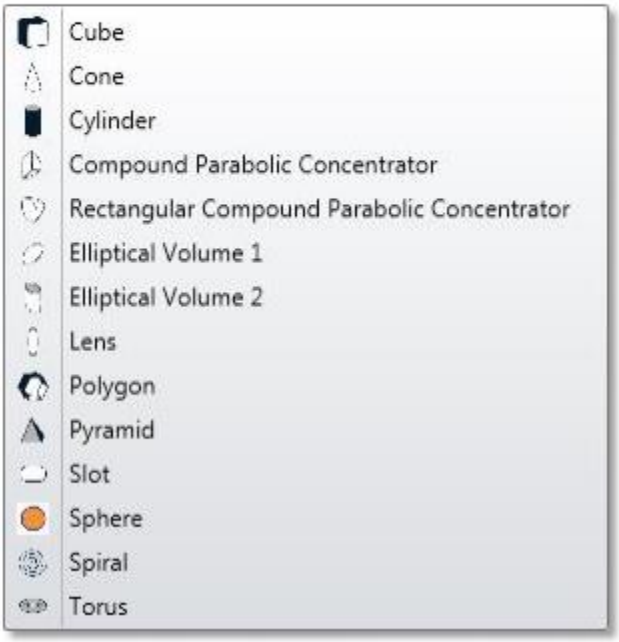
【常量】(Constant)



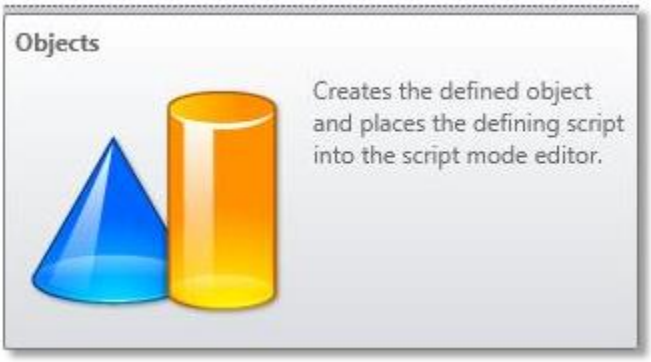
CONSTANT 名称，数值。
CONSTANT 命令用来定义常量的名字和数值，被定义之后可以用于任意位置来代替数值。

【物体】(Objects)

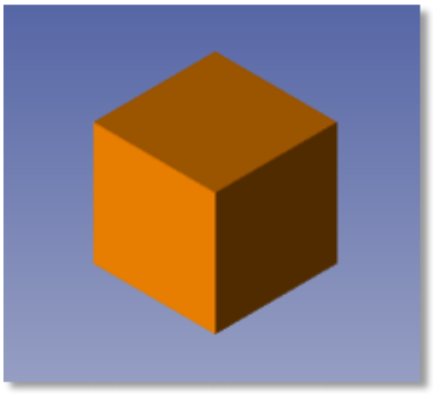


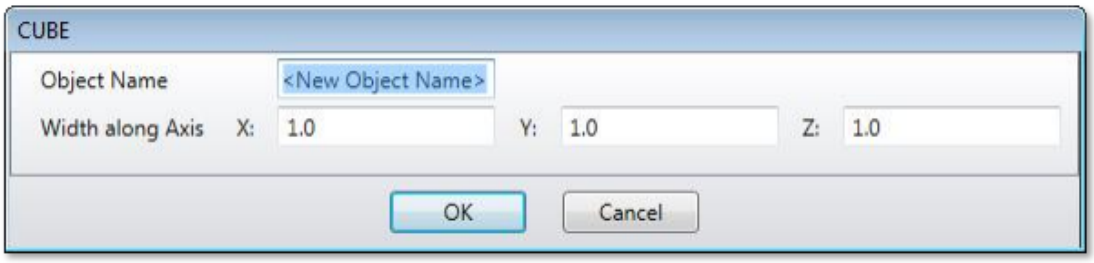


物体命令通过一系列的参数或参考已经存在的物体来创建新的物体。



【立方体】(Cube)

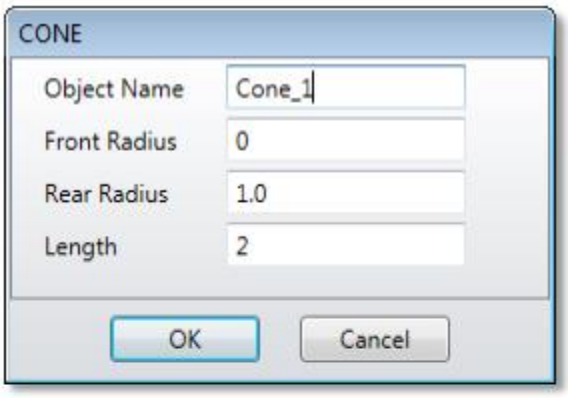


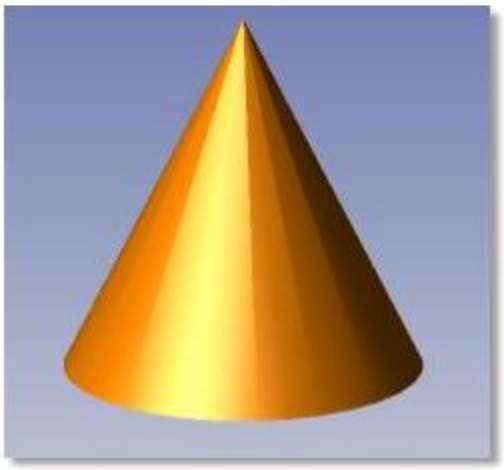


CUBE 名称，x 方向宽度，y 方向宽度，z 方向宽度

创建一个各方向为特定宽度的立方体，原点位于立方体的中心。

【圆锥体】(Cone)

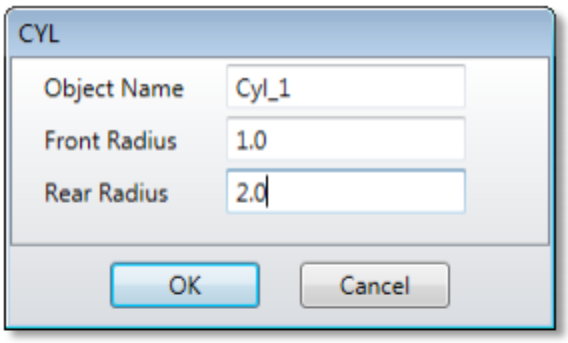


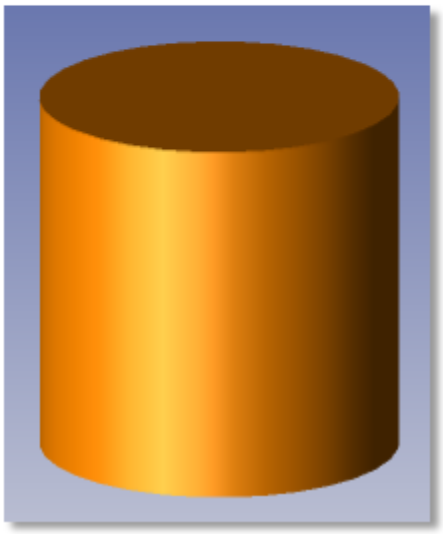


CONE 名称，前表面半径 r1，后表面半径 r2，长度 L

通过前表面半径 r1 和后表面半径 r2 和长度 L 创建一个圆柱体或圆锥体。r1，r2 可以为 0，但不能都为 0。L 可以为正或负，但不能为 0。原点位于 XY 平面的中心处，长度方向沿 Z 轴方向。

【圆柱体】(Cylinder)

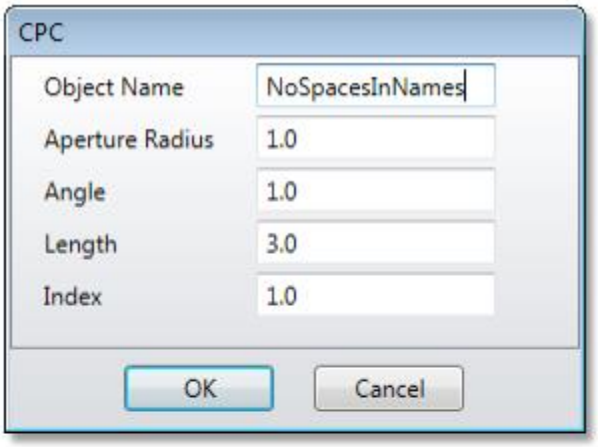


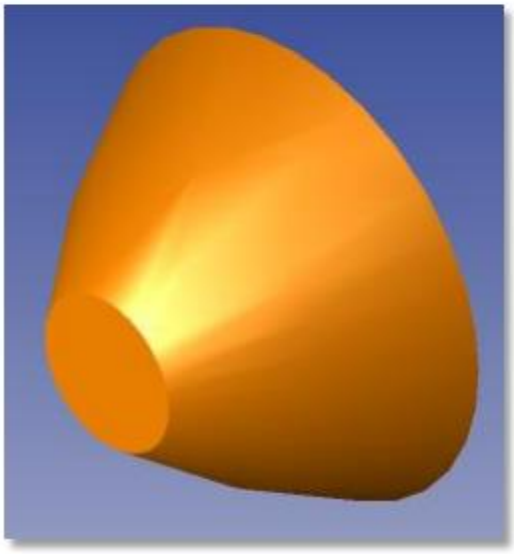


CYL 名称，半径，长度

创建一个有特定半径和长度的圆柱体。长度可以为正或为负，但是不能为 0。原点位于投影在 XY 平面的中心处，长度方向沿 Z 轴方向。

【复合抛物面聚光器】(Compound Parabolic Concentrator)



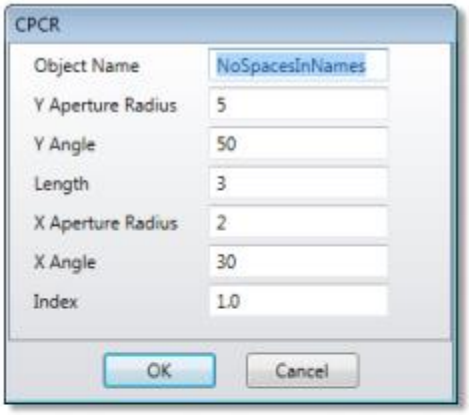


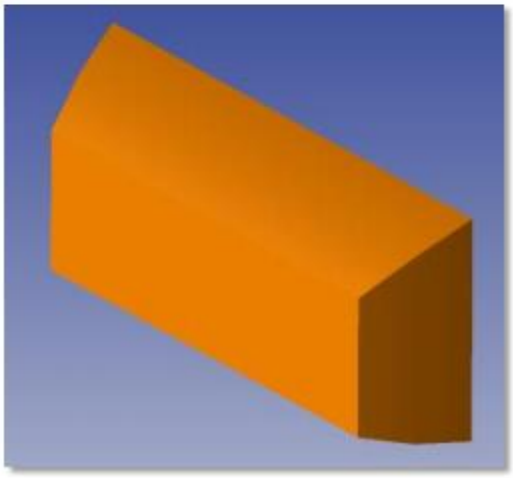
CPC 名称，孔径，角度，长度，折射率

创建一个旋转对称的复合抛物面聚光器。角度的单位是度，如果折射率大于 1.0，则角度为在该折射率介质中的折射角。

【矩形复合抛物面聚光器】(Rectangular Compound Parabolic

Concentrator)

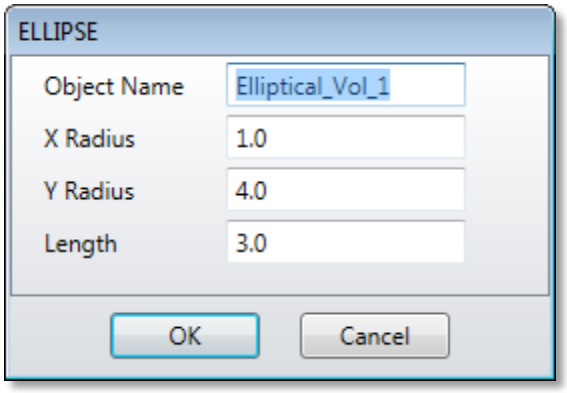


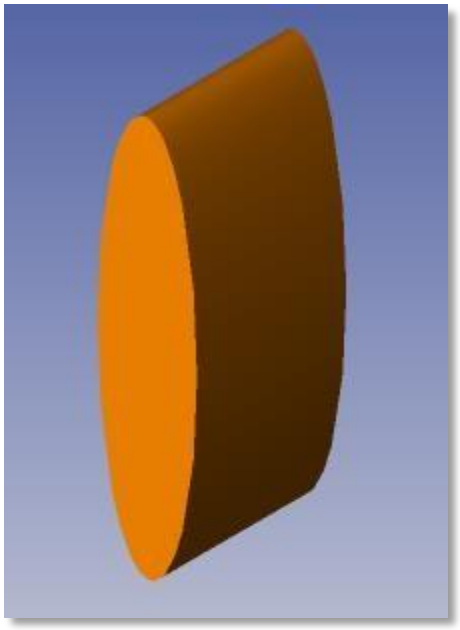


CPCR 名称，y 方向孔径，y 方向角度，长度，x 方向孔径，x 方向角度，折射率

创建一个矩形复合抛物面聚光器。角度的单位是度，如果折射率大于 1.0，则角度为在该折射率介质中的折射角。

[椭圆体 1](Elliptical Volume 1)

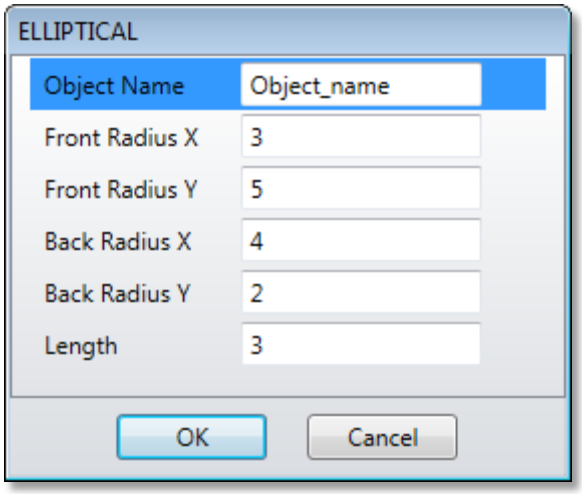


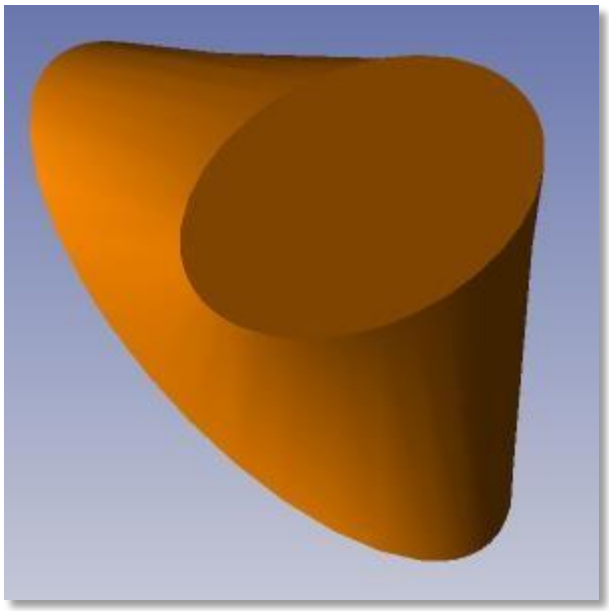


ELLIPSE name, rx, ry, L

创建一个椭圆柱体，其前后表面为沿 x 轴方向和 y 轴方向具有特定半径值的椭圆，并沿 z 方向延伸的长度为 L。L 可为正也可以为负，但不能为零。原点在前表面椭圆的中心。

[椭圆体 2](Elliptical Volume 2)

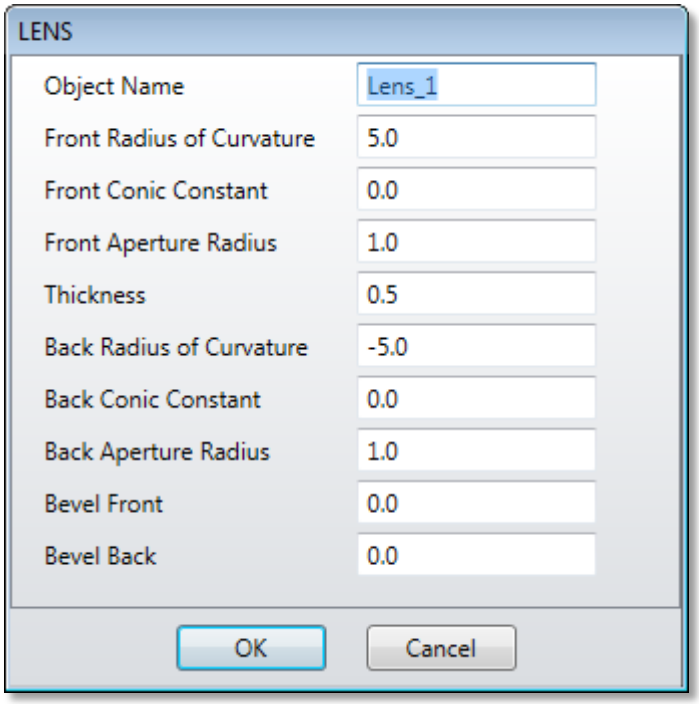


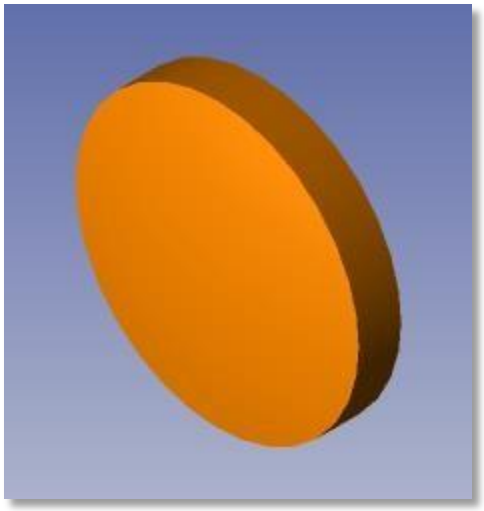


ELLIPTICAL name, front_x, front_y, back_x, back_y, length

创建一个椭圆柱体，其前后表面分别为以 x 和 y 方向具有不同的半轴尺寸的椭圆，并沿 z 轴方向延伸长度 L，L 可以为正也可为负，但不能为零。原点位于在前表面的中心。

[透镜](Lens)

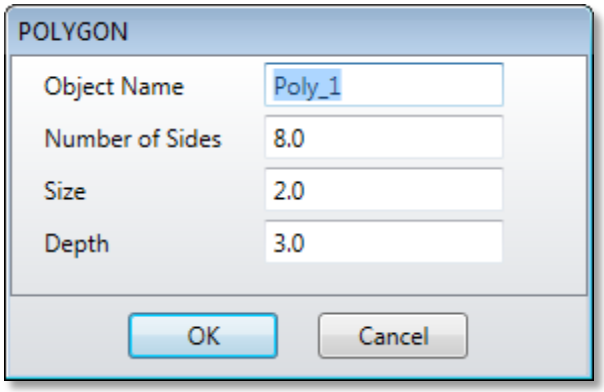


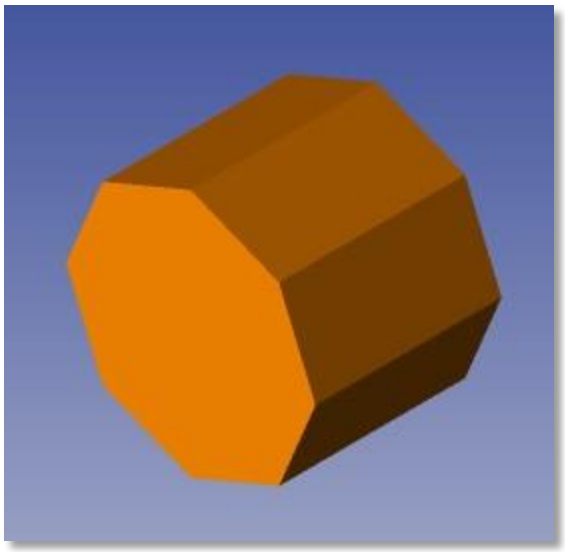


LENS name, r1, k1, radialAperture1, thick, r2, k2, radialAperture2, bevel1, bevel2

创建一个标准透镜，r1 和 r2 分别是前后表面的曲率半径（平面设置为 0）。k1 和 k2 是圆锥系数，。径向孔径 1 和径向孔径 2 分别为前后表面的透光孔径，厚度为前后表面的中心厚度。可以选择性的为前后表面的边缘添加斜角 1 和斜角 2。

[多边形物体](Polygon)

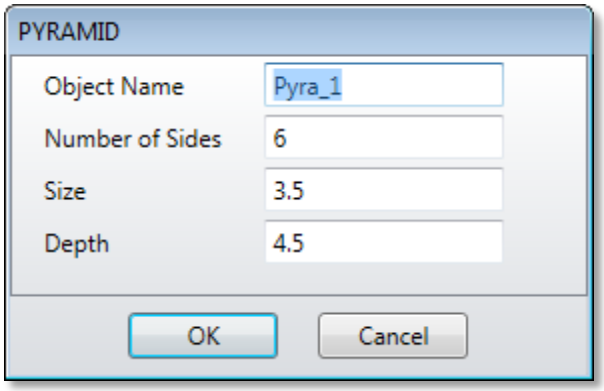


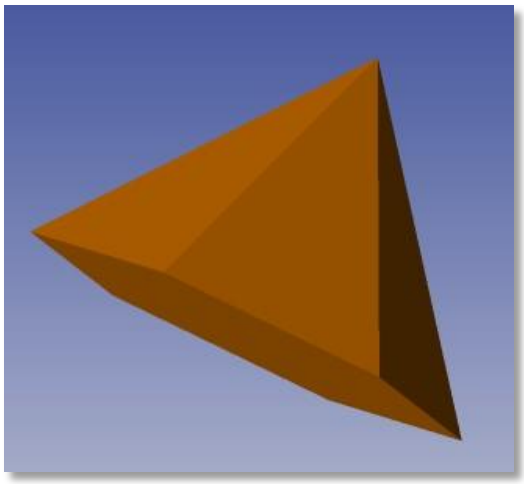


POLYGON name, n, size, depth

创建一个多边形拉伸的柱体。多边形的边数 n 至少为 3，尺寸为从中心轴到多边形上任意顶点的距离。前表面位于 XY 平面，深度为沿着 Z 方向延伸的距离。深度可以为正也可为负，但不能为零。多边形其中一个顶点一定位于 x 轴的正半轴上。

[棱锥体（物体）](Pyramid (objects))

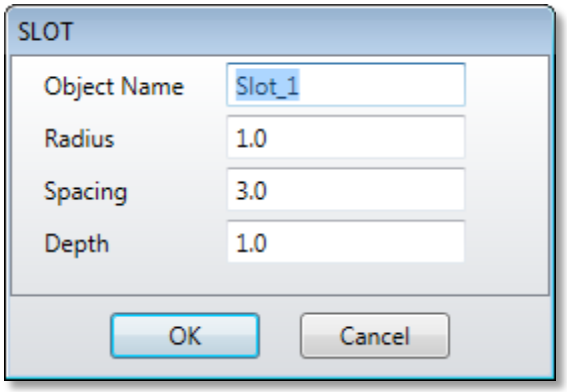


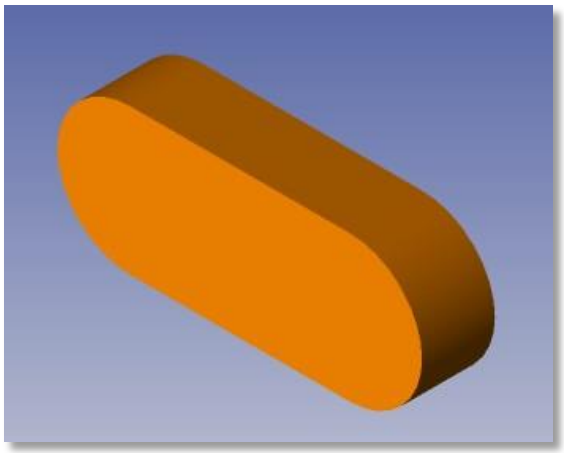


PYRAMID name, n, size, depth

创建一个 n 棱锥。底面多边形的边数 n 至少为 3，尺寸为从中心轴到多边形上任意顶点的距离。前面位于 XY 平面，深度为顶点沿着 Z 方向延伸的距离。深度可以为也正可为负，但不能为零。多边形其中一个顶点位于 x 轴的正半轴。

[键槽体](Slot)

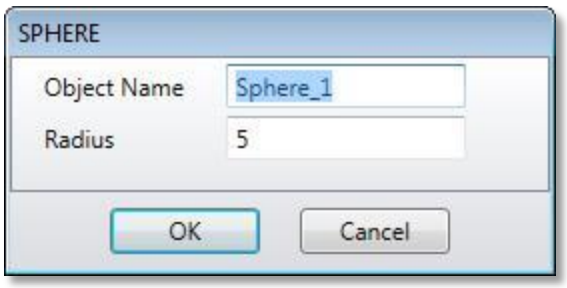


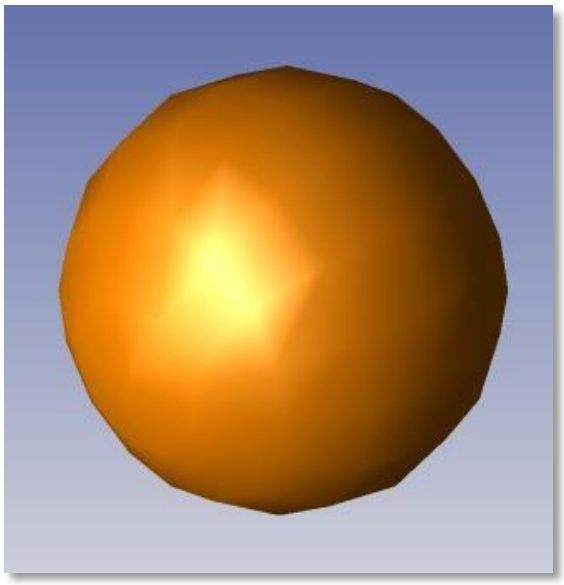


SLOT name, radius, spacing, depth

创建一个两边为半圆形的槽型体。间距为两个圆心的间距，深度是沿着 Z 方向延伸的距离。原点位于槽型体的中心。

[球体（物体）](Sphere (objects))

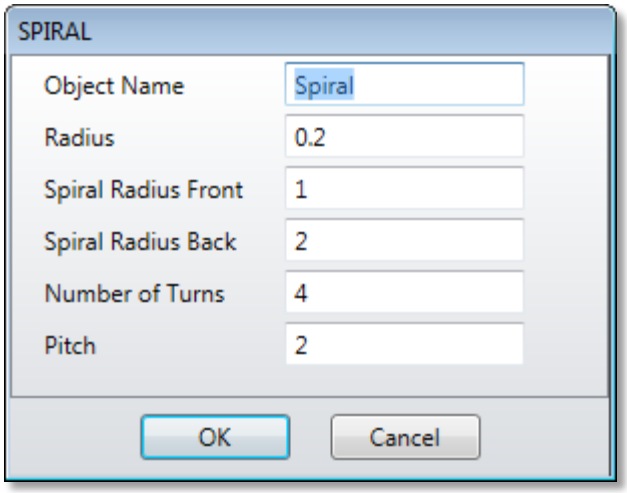




SPHERE 名称，半径

创建一个具有指定半径的球体。 原点位于球体的中心。

[螺旋体](Spiral)

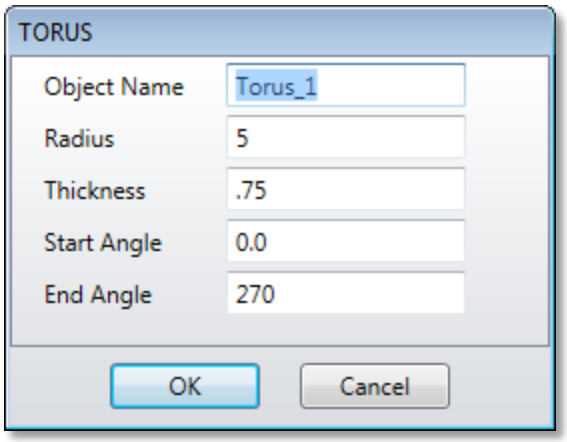


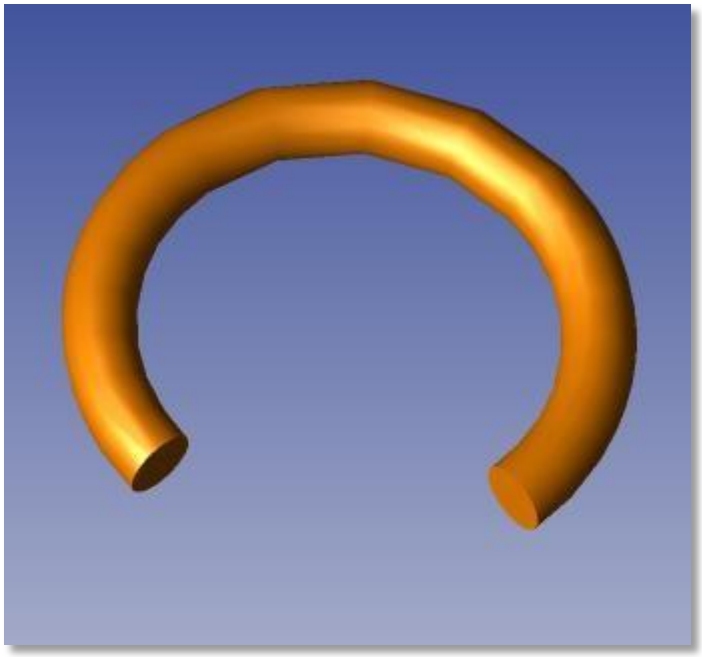


SPIRAL name, radius, R1, R2, turns, pitch

创建一个螺旋体。 螺旋轴方向沿 Z 轴正半轴方向。截面半径（radius）为螺旋“线”的圆形截面的半径尺寸。 弯曲半径为从 Z 轴到螺旋线截面中心的距离，在螺线开始处的弯曲半径为 R1，在螺旋末端的弯曲半径 R2。 圈数是螺旋线绕 z 轴旋转的圈数，该参数不需要为整数。螺距（pitch）是螺线每转一圈 Z 轴坐标的变化值。 截面半径的值应不大于弯曲半径 R1 和 R2 中较小值的三分之一。

[圆环体](Torus)



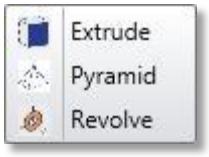


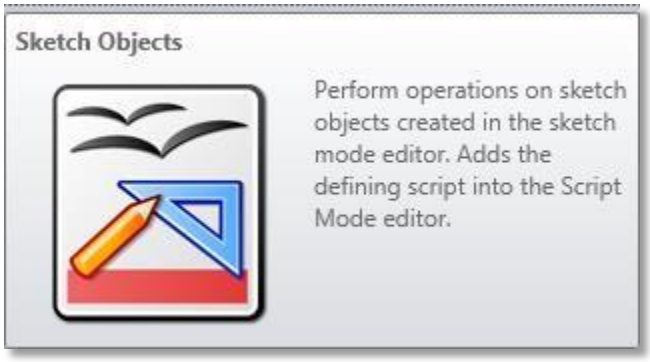
TORUS name, R, r, start_angle, stop_angle

创建一个圆形圆环体。将一个半径为 r 的圆放置在 YZ 平面上，其圆心位于 Z 轴正半轴距离为 R 的位置上，这个圆的位置对应角度 0 度。这个圆围绕 y 轴正半轴从起始角度开始旋转到终止角度形成圆环体。其中起始和终止角度以度为单位且必须在-360 和+360 之间。

[草图实体](Sketch Objects)







草图实体命令根据物体创建命令进行分类。草图实体命令要求用户定义的草图（在草图模式下创建）和每一个草图命令相关联。

[拉伸凸台](Prism/Extrusion)

EXTRUDE name, sketch, draft_angle, length
创建一个用指定 sketchID 的草图拉伸出来的棱柱。体积沿着 z 轴拉伸，并形成给定长度的棱柱。用户可以通过 d_angle 来设置生成物体的拔模角。如果没有设置拔模角则默认为 0 度。棱柱的长度不能为 0。在这一操作中使用的草图必须是关闭的，并且草图中的曲线可能不是闭合曲线。

[拉伸棱锥（草图实体）](Pyramid (sketch objects))

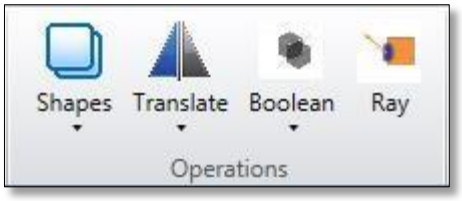
PYRAMID_S name, sketchID, length

创建一个用指定 sketchID 的草图拉伸出来的锥体。体积沿着 z 轴拉伸，并在给定长度上形成一个顶点。锥体拉伸的长度不能为 0。在这一操作中使用的草图必须是关闭的，并且草图中的曲线可能不是闭合曲线。草图可以只使用直线段。

[回转实体](Revolve)

REVOLVE name, sketchID, start_angle, end_angle
用指定 sketchID 的草图创建一个旋转体。草图以 y 轴为旋转轴，从起始角度旋转到终止角度。其中草图只能在 y 轴的一侧，并且是封闭的图形。起始角度和终止角度需设置在 0 到 360 度之间。

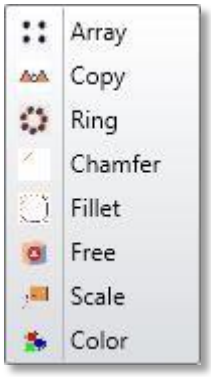
[操作选项组（零件设计选项卡）](Operations Group (the part designer tab))

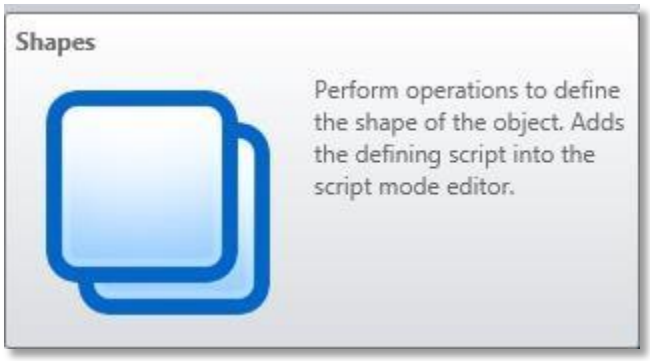


[编辑实体（操作选项组，零件设计选项卡）](Shapes

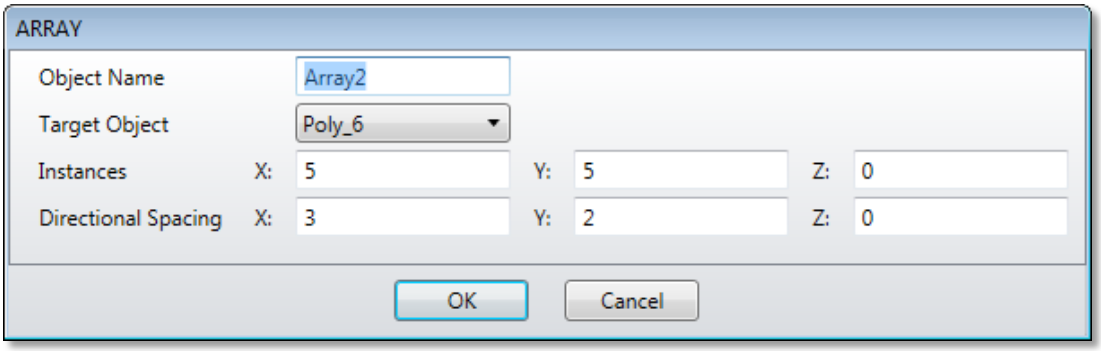
(operations group, the part designer tab))

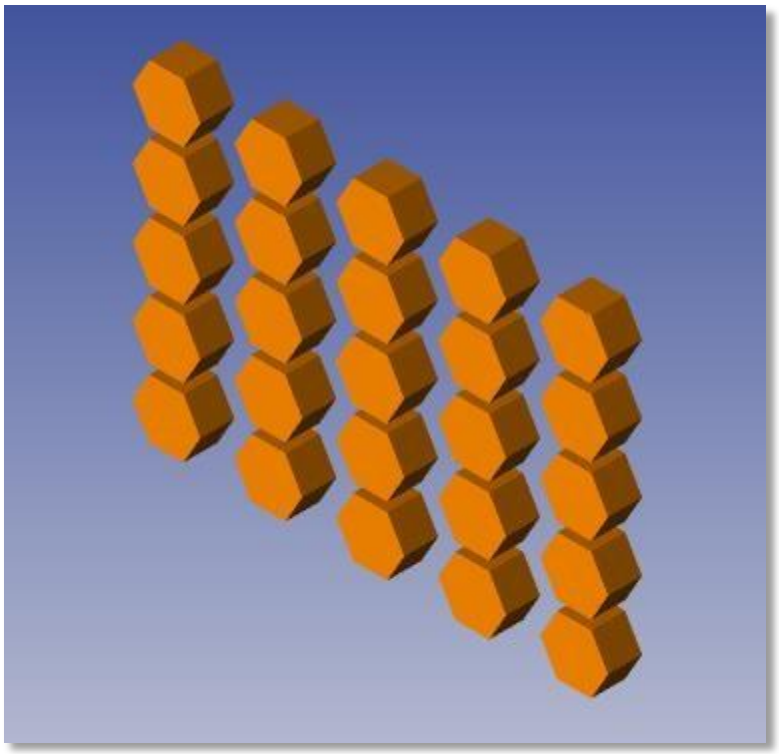






[矩形阵列（编辑实体）](Array (shapes))





ARRAY name, object, nx, ny, nz, dx, dy, dz

创建一个由物体定义的几何体的阵列。由物体定义的几何体依次以间距分别 dx，dy 和 dz，复制 nx，ny 和 nz 次。无论 n 的值为奇数还是偶数，阵列位于坐标系上的居中位置。注意：此命令根据原始物体创建一个新的物体 1，且原物体并未被改变。物体阵列中不能超过 200 个单独的对象，也就是说 nx × ny × nz 不能超过 200。

[复制实体体](Copy)

COPY name, object

通过复制一个现有的物体来创建一个新的物体。原始物体保持不变。

[圆形阵列](Ring)

RING name, object, x, y, z, cx, cy, cz, count

创建一个由物体定义的几何体组成的环型阵列，环的中心在点（x,y,z）上，该环形物体阵列的旋转轴由方向余弦 cx,cy,cz,给出，复制物体的总数由数量 count 给出。在使用 RING 命令时，参考物体必须先通过命令 MOVE 或命令 POSITON 来使其偏离旋转轴。注意，此命令根据原始物体创建一

个新的物体 1，且原物体并未被改变。复制物体的数目不能超过 200 个。

[倒角](Chamfer)

CHAMFER object, width
对所选物体的所有锐边添加指定宽度的倒角。

[圆角](Fillet)

FILLET object, radius
对所选物体的所有锐边添加指定半径的圆角。

[释放内存](Free)

FREE object
释放与指定物体有关的内存。 此命令可以节省系统计算资源。但它并不是严格的步骤，因为在关闭草图是物体会自动释放相应内存。

[缩放实体](Scale)

SCALE object, sx, sy, sz
按照 X，Y 和 Z 方向上的指定比例对指定物体进行缩放。 缩放比例不能为零，但可以为正或为负。如果为负，则物体在相应方向上进行反转。

[着色实体（编辑实体）](Color (shapes))

COLOR object, R,G,B

通过设定 RGB 值来对物体创建命令所创建的物体添加颜色。 RGB 的每个值必须在 0-255 之间。

[平移/镜像（操作选项组，零件设计选项卡）](Translate

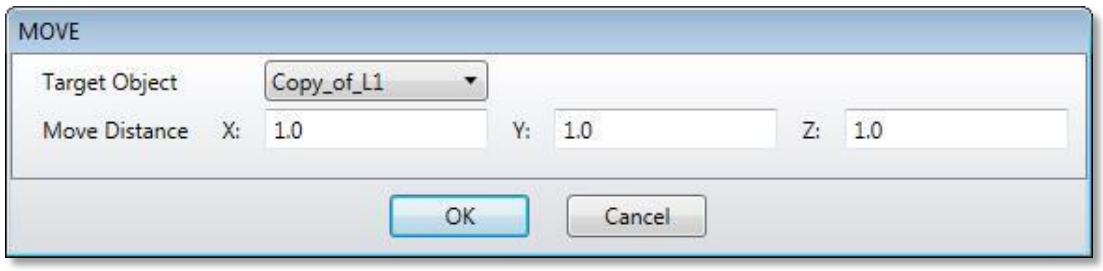
(operations group, the part designer tab))







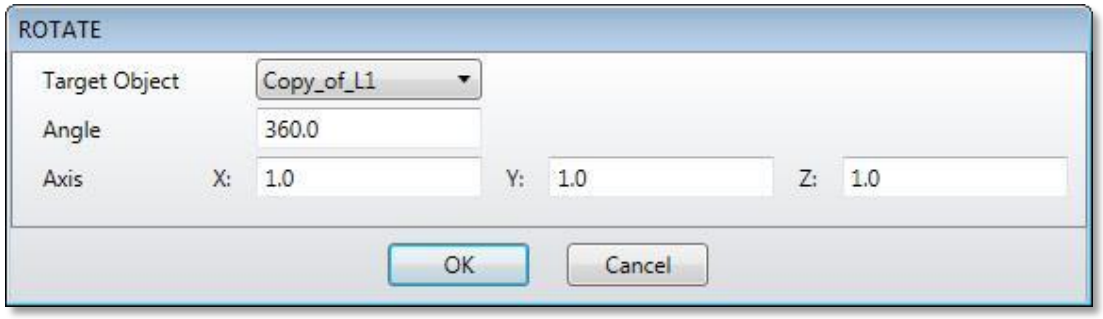
[移动实体](Move)



MOVE object, dx, dy, dz

沿 x，y，z 方向指定的移动距离来移动物体。

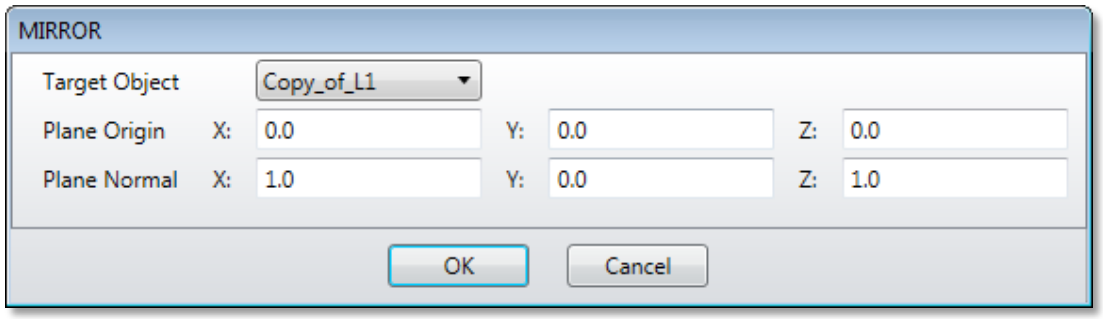
[旋转实体](Rotate)



ROTATE object, angle, cx, cy, cz

用 x，y 和 z 轴方向的余弦定义来定义旋转轴，并将物体沿旋转轴进行指定角度的旋转。

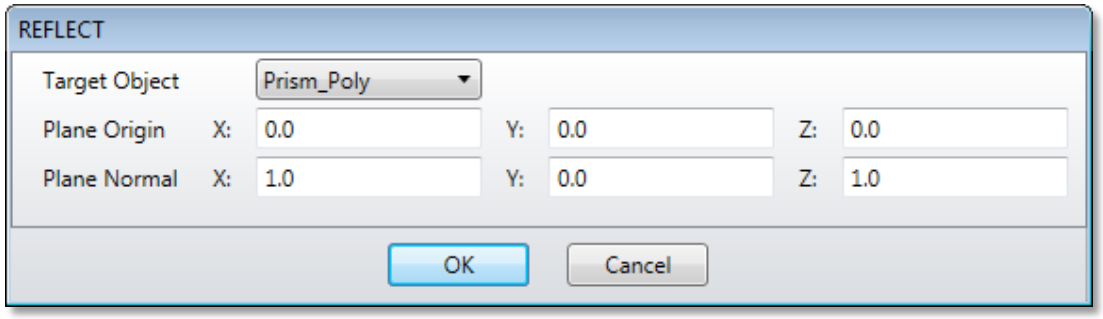
[镜像移动](Mirror)



MIRROR object, x, y, z, cx, cy, cz

镜像命令首先会复制物体并沿指定平面对物体进行镜像操作，其中镜像平面的原点坐标为(x,y,z)，平面法线的方向余弦为（cx,cy,cz）。无论他们是否重叠，镜像物体和原物体合并为一个新的物体。请参考 REFLECT，该指令生成新物体时不对原物体进行复制。

[定位实体](Reflect)

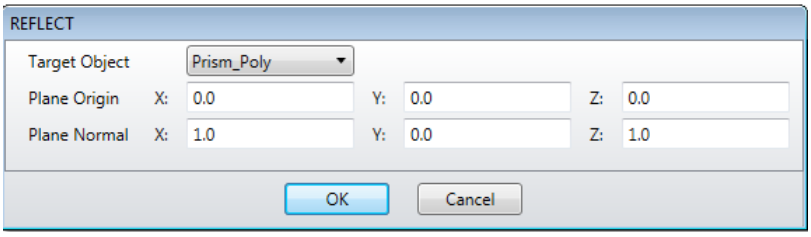


REFLECT object, x, y, z, cx, cy, cz

映像命令会对指定物体沿指定平面进行反射操作，其中指定平面的原点坐标为(x,y,z)，平面法线的方向余弦为（cx,cy,cz）。请参考 MIRROR，该指令会将生成的新物体与原物体混合在一起。

反射被指定的对象相对于一个由指定的（x，y，z）坐标点和（cx，cy，cz）法向量的方向余弦定义的平面。也可以参照 MIRROR，MIRROR 反射一个对象，并将其与最初未反射的对象重合。

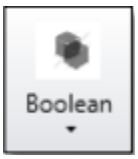
放置(Position)



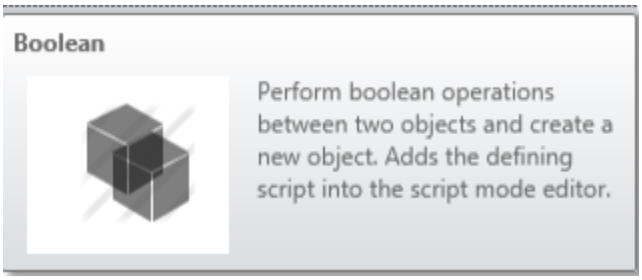
POSITION 的对象，x，y，z，cx，cy，cz

将对象移动和旋转到指定的（x，y，z）坐标点为中心的新坐标系中，同时此坐标系的 Z 轴正方向指向了方向余弦（cx，cy，cz）代表方向。同时，原始物体方向默认位于新的 ZY 平面上。

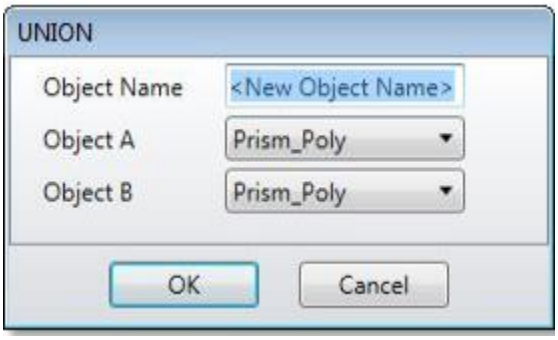
布尔（操作指令组）(Boolean (operations group))







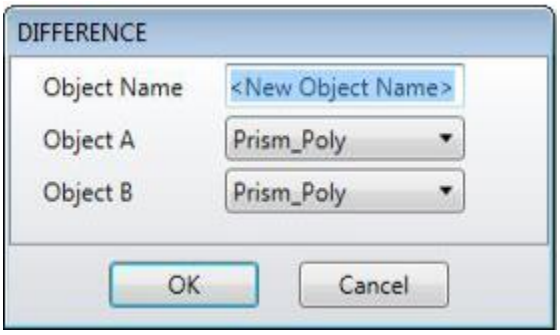
联合(Union)



UNION 名称，object1, object2

创建一个新的物体，此物体是 object1 和 object2 的布尔联合结果。

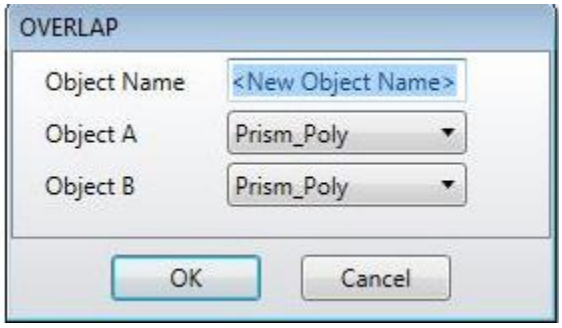
差集(Difference)



DIFFERENCE 名称，object1，object2

创建一个新的物体，此物体是 object1 和 object2 的布尔值差集结果。 此命令可用来移除 object1 中与 object2 重合的部分。

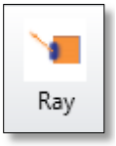
重叠(Overlap)



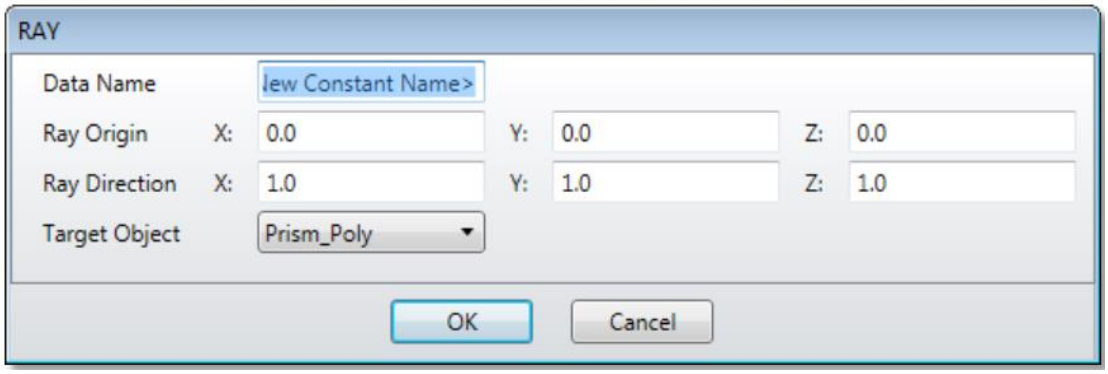
OVERLAP 名称，object1，object2

创建一个新物体，此物体是 object1 和 object2 的布尔值重叠（逻辑运算中的和运算）。 用此命令可以仅选择 object1 和 object2 重叠部分的体积。

光线（操作指令组，零件设计选项卡）(Ray(operations group,the part designer tab))







RAY 数据，坐标(x,y,z)，方向余弦（cx,cy,cz），物体

光线指令定义了一根具有指定坐标点 x,y,z 和指定方向余弦 cx,cy,cz 的光束，然后系统将追迹这根光线到达被选中的物体。当光线和物体接触时，接触点将以已命名的数据值的形式保存。已命名的数据项包括三个数据值：

接触点的 x,y,z 坐标值。这些数据在接下来的脚本命令中将被看作为常数。

代码示例

将小球放置在立方体的顶部
该脚本在空间中定义了一个立方体。然后追迹一根光线从立方体上方向下传播，并与立方体的顶面接触。然后在空间中定义了球体需要放置的点

```
CUBE   box，1，1，1
RAY    point，0，10，0，0，-1，0，box
SPHERE  ball，0.3
```

MOVE　ball，x，y，z
UNION　final，box，ball

注意接触点的坐标

数学规则（操作指令组）(Math Syntax (operations group))

Zemax 的零件编辑器有能力执行简单的数学计算，以替代脚本中的数据值。 以下是常用的操作：

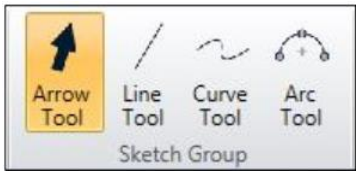
+，－：加法和减法
*，/：乘法和除法
（ ）：所有操作和值都可以包含在括号内

SQRT data_value：该指令为求解数据值的平方根。 且输入值不能小于或等于 0。

SINE，COSI，TANG，ATAN，ASIN，ACOS：分别为正弦，余弦，正切，反正切，反正弦和反余弦指令。 这些命令计算的是以弧度为单位给出的数据值。

PARAMETER 命令与以上操作不能同时执行

草图指令组(Sketch Group)



箭头工具(Arrow Tool)





箭头工具可以使用户能够选择和操纵已经绘制的点。 用户所选的点显示为黄色。 一般来说，使用鼠标左键可以拖动选择的点，并可以与各种 ZPD 建立 3D 几何图形的快捷键（例如“g”（对齐网格线）或“v”（按钮到整数））结合使用。 所选点也可以使用删除键（delete）进行删除。删除一个点将在这一点前后的两个点之间创建一个贝塞尔曲线。

贝塞尔曲线的端点可以用来调整曲线的切线方向。 贝塞尔线段是由曲线的开始端和末尾端点的切点决定的。切向量固定在曲线的末尾端点上，并 2D 空间中表示出来。这些向量的大小和方向决定了曲线的形状。切向量在编辑器窗口中显示为虚线。

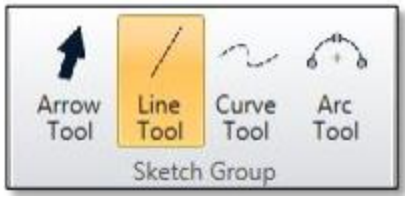
通常一个点控制前一段的末端切点，而另一个点控制下一段的起始切点。改变向量的大小或方向将以不同的方式改变曲线段的形状。

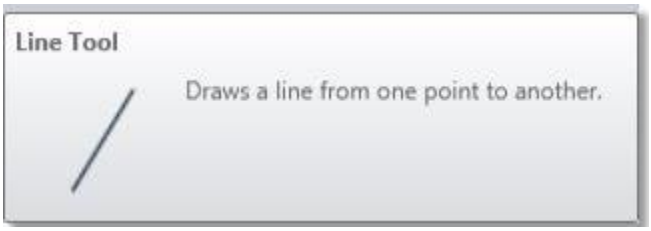
如果想要调整切向量的大小和方向，您必须选择贝塞尔曲线段的起点或终点作为控制点。这时，您将看到一或两条虚线，其中每条分别表示下一段曲线的起始向量或上一段曲线的末端向量。右键单击选中并拖动虚线末端上的任一点，这将使该点跟随鼠标调整至光标位置，这样我们可以实时的改变曲线的形状。

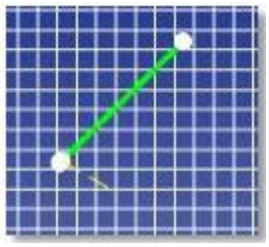
箭头工具也可用于选中标记过的弧线段。选择一段弧线段后，弧线操作面板将显示并替换当前的点操作面板。弧线操作面板的信息将在之后文档中的“在 OpticStudio 中的显示和参数化草图”部分详细讨论。

如需取消选中一个点，请使用箭头工具并单击空白区域即可。

直线工具(Line Tool)



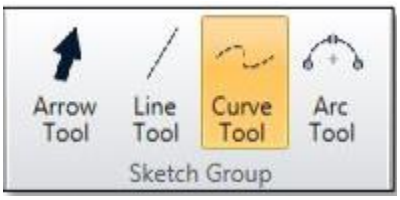


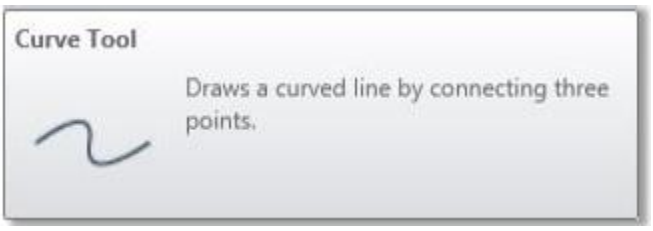


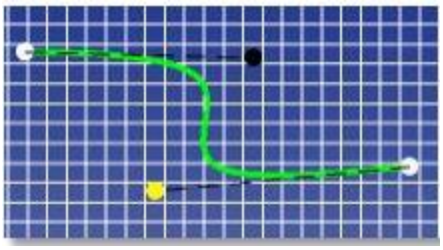
直线工具可创建一条基本的直线段。在草图中单击鼠标左键放置第一个点作为起点。随后再次点击的另一个点将作为终点，此时图中将画出从起点到终点的一条直线段。

用户无法调整直线段的切向量。

曲线工具(Curve Tool)



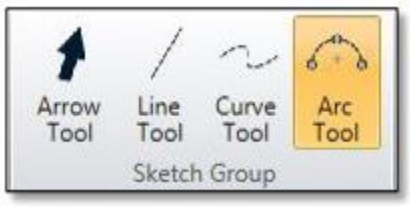


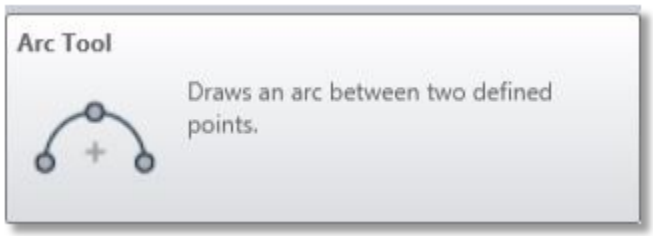


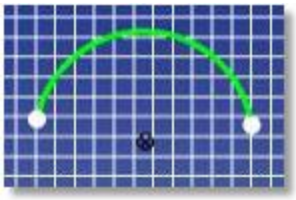
要创建一条曲线，首先请选择贝塞尔工具，然后单击鼠标绘出起始点。随后的点击将放置一个点，同时图中将绘出从起始点到这一点的曲线。使用鼠标左键点击并释放将自动调整起始点的切线，使之与先前的曲线或线段的末端点切线相对准，从而连续而平滑的连接两个线段。使用鼠标左键单击并按住（不是单击然后释放鼠标左键）将以类似的方式放置一个曲线终点。然而，拖动鼠标将在鼠标光标选定的位置上放置曲线终点切点来完成新曲线的绘制。

当完成一条曲线的绘制后，您可以选择直线工具或贝塞尔工具点击曲线上任意一点以添加新的控制点。每次点击鼠标左键将在光标处放置一个新点，根据被更改线段的类型，将选中的直线段或曲线段分为 2 个可调整的贝塞尔分段或直线段。

弧线工具(Arc Tool)







弧形工具可创建一个最多为半个圆形的弧线段。 创建一个弧线段可以简单地分为三个步骤：

1）在工具箱中选择弧线工具，并绘制一个点。如果您希望使用图中已有的点绘制弧线，则不需要重新绘制一个新的点。
2）再单击一次确定弧线段终点的位置
3）通过移动鼠标光标来调整预览中的曲线。再次单击将会画出弧线，并在弧线段终点产生一个新的控制点。

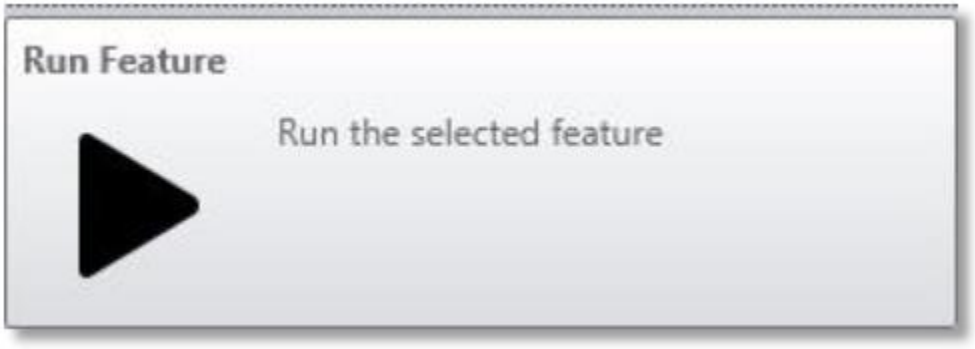
使用箭头工具可以调整弧线的起点和终点。

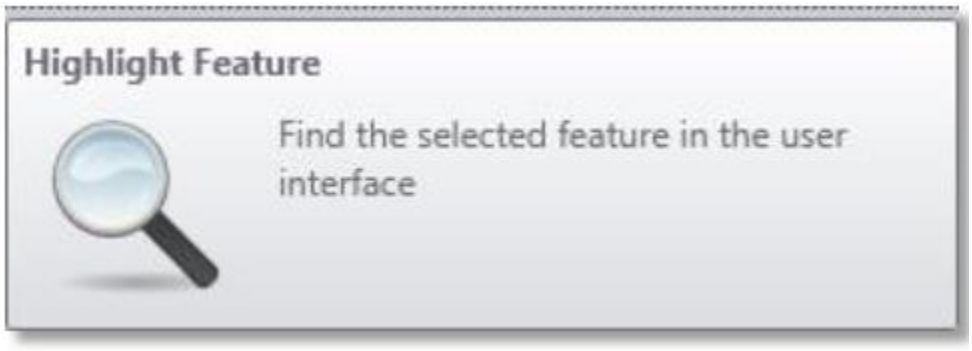
搜索栏（零件设计选项卡）(Search Bar (part designer tab))



搜索功能可以帮助用户搜索 OpticStudio 零件设计选项卡中的所有工具。

在搜索栏中输入关键字以查找相关的分析或工具。





按键的功能(*Button Functions*)

执行功能(Run Feature)（开始图标）打开/运行所选零件设计工具或分析。

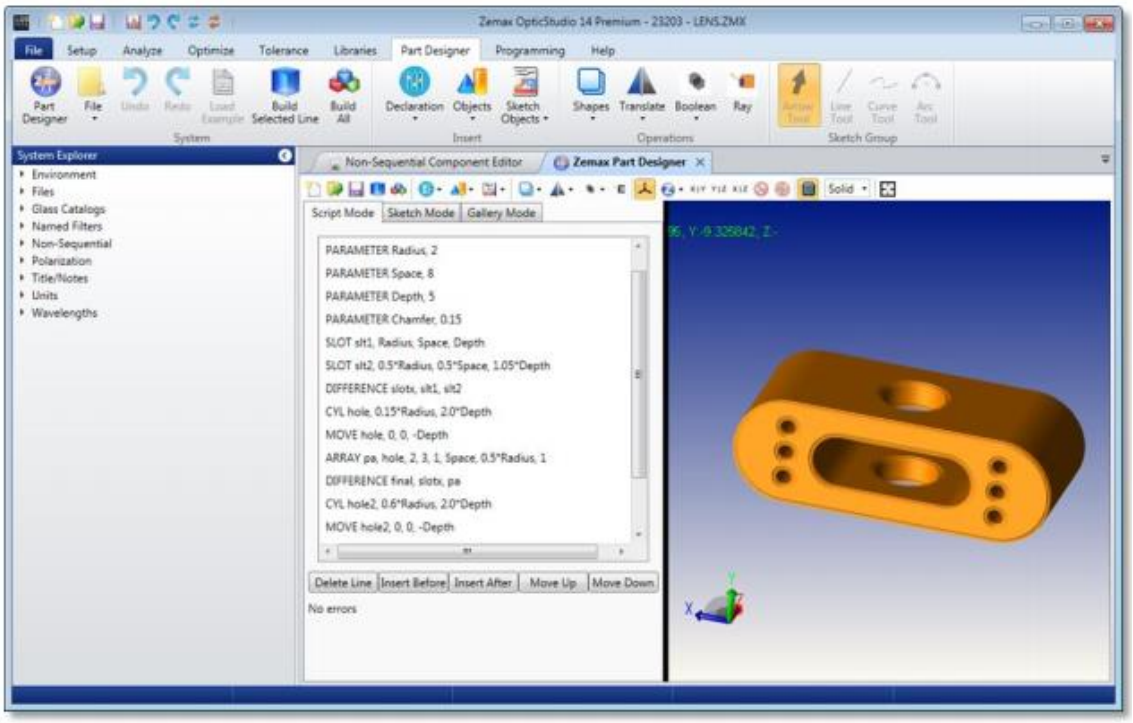
高亮功能(Highlight Feature)（放大镜图标）高亮显示所选择的工具或分析在 OpticStudio 用户交互面板中的位置。

零件设计的使用 (Using Part Designer)

Zemax 零件设计（ZPD）是一个允许用户在与 OpticStudio 相独立的环境中创建和操作几何图体的交互界面。其中一些功能像鬼像分析和多种几何建模模式可以帮助用户快速的完成物体创建、评估和修改每一步创建过程，并最终得到想要的物体。 使用 ZPD 控制面板，用户可以快速修改或添加命令对几何体进行操作，并快速的得到分析结果。 总的来说，Zemax 零件设计为创建 3D 几何体提供了简单方便的操作流程，用户可以在 OpticStudio 非序列设计中使用这些几何体。

开始 (Getting Started)

有关用户界面的详细信息，请参阅零件设计选项卡章节。



ZPO 和 ZSO

在零件库及草图模式中，使用零件库数据和草图创建的物体必须使用扩展名为 ZPO 的格式分别保存。 ZSO 文件是一个可读的文本文件，它只能用于保存脚本数据。 ZPO 在许多方面功能更加强大，它允许用户通过“草图物体”命令创建更复杂的零件。 ZPO 也可以与零件库数据一起保存（路径为“文件”->“保存零件库”）。这一数据是用户定义的，也是可选择的。没有保存零件库数据的 ZSO 和 ZPO 文件再打开时将不会在零件库查看器中显示。假如你不需要零件库和草图数据，我们依然建议您使用 ZPO 格式保存新的零件。

零件创建(Part Creation)

控制面板就像一个编程环境的文本编辑器。控制面板中的每一行只能输入一条命令。

当输入命令时，命令的语法将显示在控制面板的底部以供参考。

请注意此显示是固定的，您无法选择显示的命令（例如单击）来添加到实际的控制面板目录中。换句话说，显示不是为了提供“智能识别”级别的功能，但确实提供了一种查看任何命令语法结构的简单方法。

ZPD 格式文件中脚本指令的语法如下：

•声明命令。定义脚本中其他地方使用的数值，其通用语法是：

declaration new_name, value

•物体创建命令。创建一个新的物体，其通用语法是：
object_type_name new_object_name, arguments

•操作命令。对现有对象进行操作，其通用语法是：
operation_type_name existing_object_name, arguments

•计算命令。计算有关现有对象的数据，其通用语法如下：
calculate_type_name new_data_name, arguments

Zemax 零件设计允许用户使用感叹号进行注释，感叹号之后的内容均为注释行。像其他编程环境一样，Zemax 零件设计也允许用户在命令中执行计算。例如：

PARAMETER radius, 10
CONSTANT radius, 2, (radius * 0.5) + 1

这些计算在创建所有几何体及在“插入”选项卡中的任意分析中均可使用。

创建一个零件物体(Building a Part Object)

只要零件包含至少一条物体创建脚本命令，则用户可以在空间中任意的位置创建该零件。要创建一个零件，请按脚本模式工具栏上的“构建”按钮，或者导航到文件 - >重建（Ctrl + G）。此时，界面中将生成一个进度条，它是用来指出 Zemax 零件设计正在编译哪一段代码。 此时用户可能无法对 Zemax 零件设计进行任何操作。请注意一些复杂的命令（例如 Array，Ring，Spiral 等）将花费更长的时间来编译。 如果脚本中有任何错误，ZPD 将弹出一个窗口来表明错误类型及所在位置。常见错误如下所示：

•“在第 x 行上的 Parameter/Constant/Objects 已经被定义”：这表明该参数或常量已被多次定义。

•“在第 x 行上的 Parameter/Constant/Objects 过多”：列出了多于一个值来定义参数或常量，或者使用过多物体进行布尔运算或形状操作等命令。

•“在第 x 行的编译错误”：零件物体无法被编译。这可能是由命令行中某些值超出范围或与其他值相互冲突引起的。

•特定几何体错误：通常编译错误是由错误的参数设置引起的。例如，体积参数的深度或长度不能为 0。特定几何体错误将为用户指出是哪一行命令以及哪组参数出现了错误。

•各种语法错误

如果有错误发生，ZPD 会编译脚本中错误行之前的所有物体和操作命令。

脚本语法和数学语法(Scripting Syntax and Math Syntax)

可以使用零件设计选项卡中的命令来创建物体，或者可以在“脚本模式”窗口中的文本编辑器中输入命令。 请参阅系统命令组、插入命令组和操作命令组的相关章节来了解每种命令的详细信息。

创建草图(Creating a Sketch)

草图功能是和“用户定义”章节中列出的命令结合使用的。

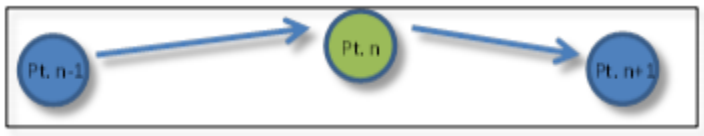
创建草图有以下几个准则：

•使用草图的物体必须使用.ZPO 扩展名保存。

•所有草图都绘制在 X-Y 平面上。命令 EXTRUDE 和 PYRAMID_S 将使草图沿 Z 轴正向延伸。 命令 REVOLVE 将使草图沿 Y 轴旋转。

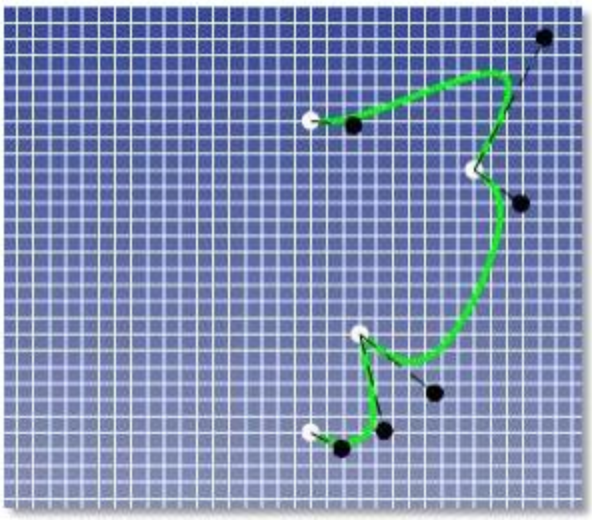
•“曲线”是通过一组连续的“线段”来定义的。 每个线段由 2 个连续编号的点定义。任何曲线的起始点总是点 1，下一个是点 2，依此类推。

•点的序数和线段的方向具有重要意义。点的命名规则及其与相邻段的线段的关系如下所示：



以绿色高亮显示的点表示用户选择的序数为 n 的点。箭头的方向表示用户绘制曲线的方向;在这个例子中，用户是从左到右绘制的曲线。

•使用 REVOLVE 旋转的草图会绘制在旋转轴（Y 轴）上，但只能占据旋转轴的一侧。



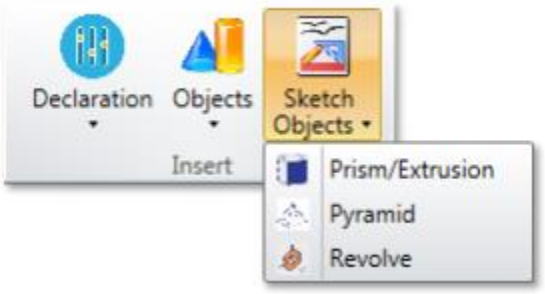
图形只能存在于旋转轴的一侧，如上所示。

•使用 EXTRUDE，PYRAMID_S 和 REVOLVE 命令的草图必须关闭。
这意味着用户定义的最后一点必须与草图的起始点相同。当指定的点足够接近起点时，草图将自动关闭。

•草图可以由直线段、贝塞尔曲线段和弧线段组成。使用贝塞尔曲线可以形成直线段，但使用直线段不能被调整为平滑曲线，除非删除直线段并用曲线替代。

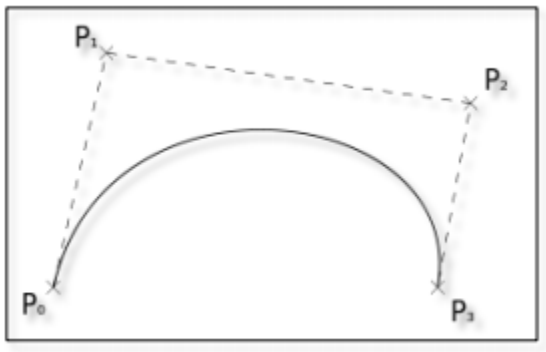
使用草图(Using a Sketch)

当草图完成时，它可以被任意“草图物体”命令选择，物体将导出草图模式，进入脚本模式。 命令的草图 ID 表示现有草图的名称。不完整的草图（未闭合的）不能用于 EXTRUDE、REVOLVE 或 PYRAMID_S 命令。



什么是贝塞尔线段？(What is a Bezier Segment?)

使用参数方程表示的贝塞尔曲线是计算机绘图中常用的绘制平滑基线的方法。Zemax 零件设计使用三阶贝塞尔线段，这意味着它共有 4 个控制点，包含曲线的起点终点以及多边形上的 2 个点（也称为切点），该多边形用于控制曲线的形状。 下图中的 P1 和 P2 为这段曲线的切点。



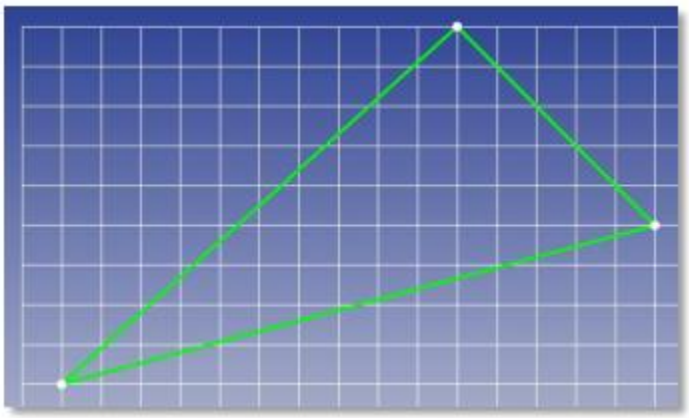
一条贝塞尔线段由四个点控制。P1 和 P2 用于控制线段在每个端点处的方向。

三阶贝塞尔线段的方程为：

$$[x, y] = (1-t)^3 P_0 + 3(1-t)^2 P_1 + 3(1-t)t^2 P_2 + t^3 P_3$$

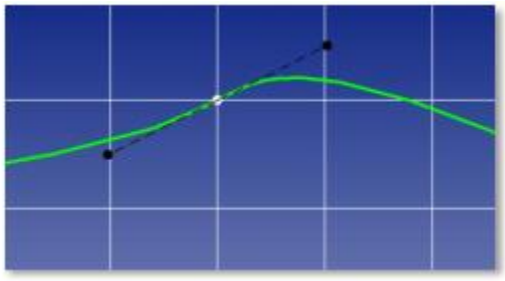
其中[x,y]是参数为 t = 0 到 t = 1 所表式线段上的点。P0 是线段的“起始”点，P1 是“起始切点”，P2 是“结束切点“，P3 是”结束点“。

本手册中将经常使用“连续”来形容两个线段的交点。 当两个相邻的线段是“连续的”或“平滑的”，则两个线段之间的交点处的曲线至少存在一阶参数连续性（C^1 连续）。然而，平滑曲线不是必需拥有二阶参数连续性（C^2 连续），因为一阶导数和二阶导数是一样的。为了直观的说明这一点，请参考下图：



一条 C^0 连续曲线。也就是说，这些点是连接的，但是缺少一阶或二阶连续性

C^2 或 C^1 连续曲线可以轻松的实现贝塞尔曲线、线段或弧线段之间的连接。下图中，两个贝塞尔线段连接形成一条 C^2 连续曲线。



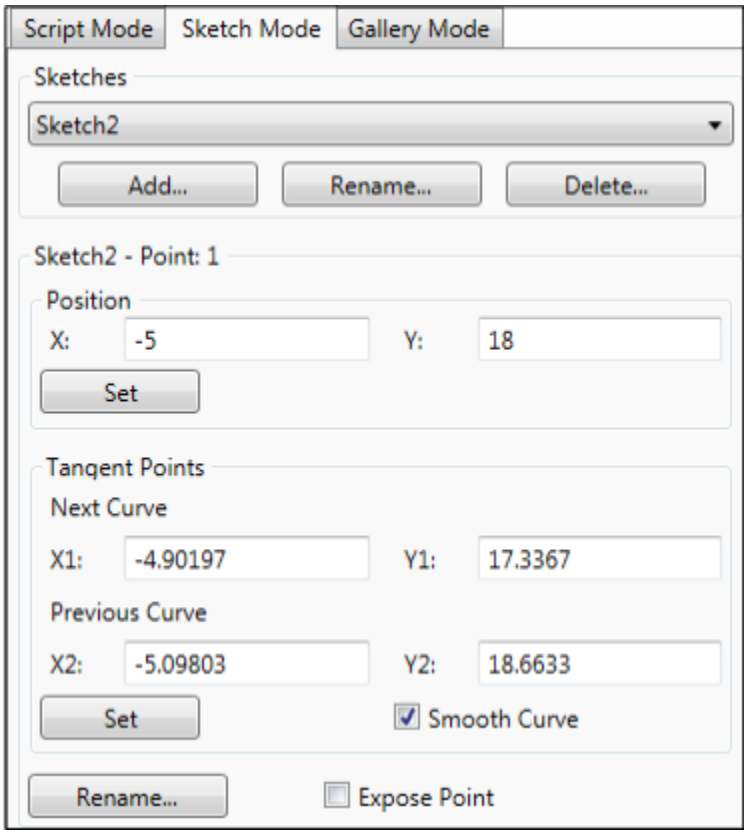
一条 C^2 连续曲线。在 C^1 和 C^2 连续曲线中，前一段曲线的末端切点，前一段/下一段的结束/起始点和下一段的起始切线都是共线的。在一条一阶连续的曲线中，前段曲线的末端切点到交点的距离和后段曲线的切点到焦点的距离有可能是不一样的，但他们是同向。

本手册和帮助文件会经常详细说明各个分段的起始和末端切点的操作。在 ZPD 中，曲线段起始点切点和起始点形成的直线段用虚线表示，结束点切点和结束点形成的线段亦是如此。每条贝塞尔线段都拥有一个起始和结束点的切点以及与之联系在一起的起始和结束控制点。我们将起始切点或结束切点与起始点或结束点之间形成的线段称为起始切向量或结束切向量。

OpticStudio 中的显示和参数化的草图 (

Exposing&Parameterizing Sketches within OpticStudio)

用户可以在 OpticStudio 中轻松地将草图的特征参数化的使用。这个功能会有助于在光学系统中优化零件设计物体 (Part Designer Objects) 。若用户想要显示点操作面板，可以点击草图编辑器中的任意一个点。

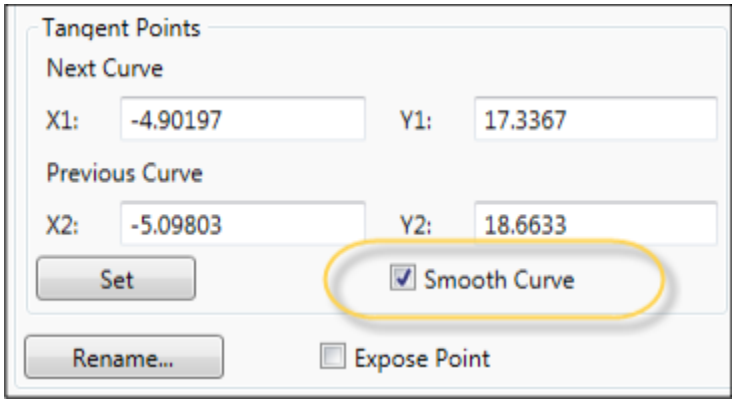


用户可以使用点操作面板改变 x 和 y 坐标以及选择点所对应的切点；但是，只有当该点之前和之后的曲线是贝塞尔曲线时，切点才可被修改。用户可以使用鼠标来操作这些点或将它们输入进点操作面板的文本框中。若摁下“设置”键，所有的更改将会被应用。

若勾选“显示点”框，该点的坐标和对应的切点坐标将在 OpticStudio 环境中被显示。请注意 OpticStudio 中切点就是曲线上点的偏移。例如，在 (3, 4) 的零件设计中的一个要显示曲线点，它有 (1, 2) 和 (4, 6) 两个切点，这两个切点的偏移在 OpticStudio 中显示为 (-2, 2) 和 (1, 2) 。

约束曲线 (Constraining a Curve)

线段，贝塞尔曲线段，弧线段也可以通过彼此设置相切来创建一条“光滑曲线”。若用户在点操作面板上勾选了“光滑曲线”框将产生下述的效果。



Bezier 曲线和直线段的点操作面板

当一条曲线连续时，它的切点和控制点将共线。用户调整了一个切角时，其他的切角也会自动调整以此来维持曲线光滑。当用户将一条直线段和一条贝塞尔曲线段光滑连接时，这个线段将会平行于末端点和切点之间的向量。

下表列举了所有类型的线段组合点在添加了平滑约束之后的效果。该表还详细说明了更改选择点之后曲线的变化。

若用户对 OpticStudio 中爆炸的草图参数进行更改，这些更改将会遵循下表中详细说明的“点控制面板 (Point Control Panel) ”操作步骤。

光滑约束指令 (Smoothing Constrain Behavior)

	后一条线段			
前一条线段		直线段	贝塞尔曲线段	弧线段
	直线段	**不适用：无法平滑化**	**初始化：** 当有一个点应用了平滑约束时，选择点之前的直线段将不会改变。而之后的贝赛尔曲线段会将起始切点移动 x 个单位距离到与直线段相反的方向使得贝塞尔曲线段与	**初始化：** 在弧线段之前的直线段将会保持原长度并和弧线段的起始方向对齐。用一个始于圆弧的起始点并与之相切的单位向量来表示圆弧的方向。

			直线段对齐，x 为直线段的长度。 **点控制面板：** 在设置完平滑约束后，用户改变点坐标将会调整贝塞尔曲线段的起始点和直线段的末端点。同时，贝尔塞线段的起始切向量将会和直线段对齐，以此来与初始设置的平滑约束一致。 用户可以使用点控制面板来修改起始切点，这将会调整前一直线段的方向，使其指向与起始切向量相反的方向。任何对后一曲线做得更改将会使剩下的曲线全发生变化。 **鼠标移动：** 左键点击拖动选择点将改变线段，改变方式与改变点控制面板中的[x,y]坐标一致。 右键点击拖动起始切点将改变起始切向量的大小；但是两个点之间的方向	**点控制面板：** 在设置完平滑约束后，用户改变点坐标将会调整圆弧的半径和弧线段的起始点。同时，前一直线段会保持原长并会调整它的斜率与圆弧的起始方向一致。 若用户修改前一直线段的起始点，弧线段的起始方向和半径也会做出相应调整。 **鼠标移动：** 用户调整控制点和调整点控制面板的效果一致。 **圆弧控制面板：** 用户改变弧线段的半径不会影响到圆弧控制点的位置；但是改变弧线段的半径将会改变圆弧的起始和末端方向，前一直线段斜率也将会因此受到调整。

			不会因此改变。	
	贝塞尔曲线段	**初始化：** 当有一个点应用了平滑约束时，选择点之后的直线段将不会改变。而前一贝赛尔曲线段会将起始切点移动 x 个单位距离到与直线段相反的方向使得贝塞尔曲线段与直线段对齐，x 为直线段的长度。 **点控制面板：** 在设置完平滑约束后，用户改变点坐标将会调整贝塞尔曲线段的末端点和直线段的起始点。同时，贝尔塞线段的末端切向量将会和直线段对齐，以此来与初始设置的平滑约束一致。 用户可以使用点控制面板来修改末端切点，这将会调整之后的直线段的方向，使其指向与终点切向量相反的方向。任何对后一曲线做得更改将会使剩下的曲线全发生	**初始化：** 当有一个点应用了平滑约束时，选择点之前的贝塞尔曲线段将不会改变。而选择点之后的贝赛尔曲线段会设置一段长度大小为 x 的起始切向量，x 为前一贝尔赛曲线段末端切向量的的长度。后一曲线的起始切向量方向与之前的曲线终点向量相反，从而在交点处形成了一条连续的G^2曲线（一阶导数和二阶导数连续） **点控制面板：** 用户使用点控制面板修改选择点的[x,y]坐标只会调整前一和后一线段的起始点/末端点。起始和末端切点将会根据新的位置产生偏移，但是切向量的方向和大小不会发生改变。 若用户选择了两个贝尔塞曲线段的光	**初始化：** 用户应用光滑约束将不会改变弧线段。前一贝塞尔曲线段会与它的末端切向量对齐以此来圆弧的起始方向一致。末端切向量的大小不会改变。 **点控制面板：** 若用户调整选择点的[x,y]坐标将移动圆弧的起始点并且改变其半径。前一贝塞尔曲线段的末端将跟着改变。为了和弧线段的起始方向对齐，末端切向量将作调整。末端切向量的大小不变 。 若用户修改了之前曲线的末端切向量，后一弧线段的起始方向和改变之后的末端切向量会对齐。然后，圆弧的起始点和半径也可能发生变化。 **鼠标移动：** 左键点击选择点并

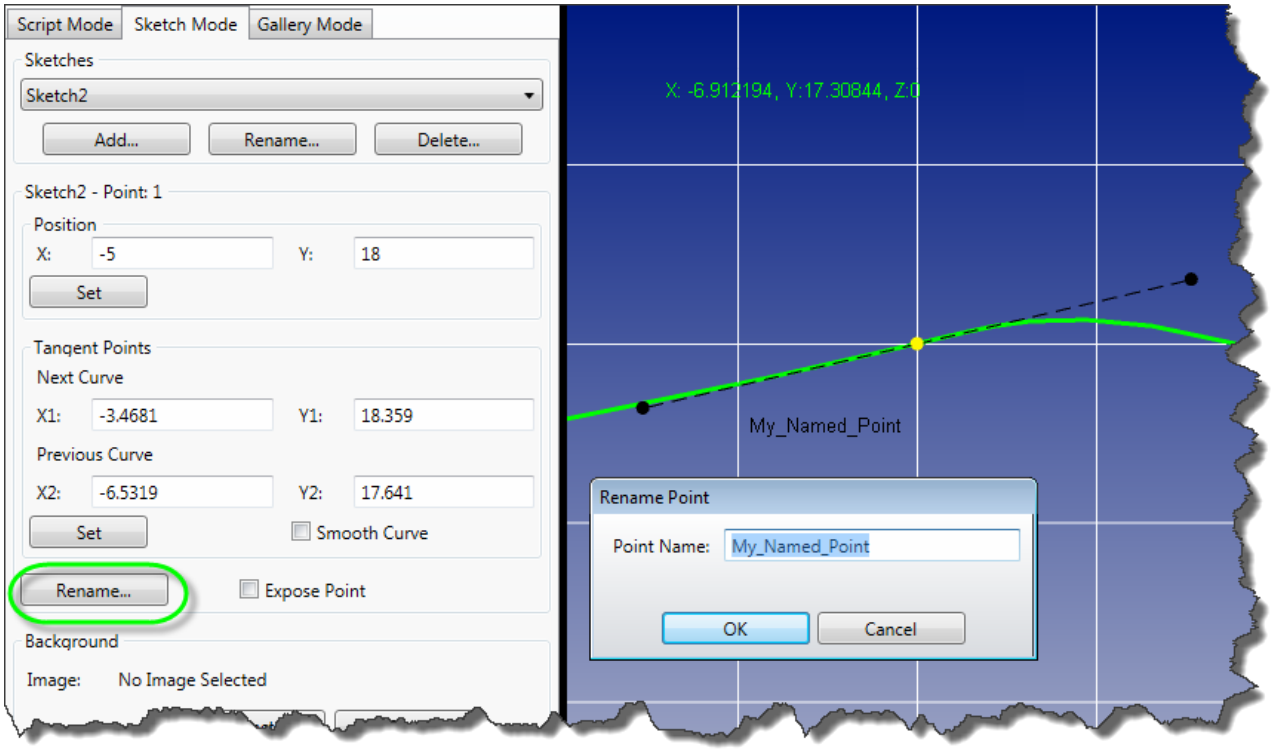
		变化。 **鼠标移动：** 左键点击拖动选择点将改变线段，改变方式与改变点控制面板中的[x,y]坐标一致。 右键点击拖动起始切点将改变起始切向量的大小；但是两个点之间的方向不会因此改变。	滑交点，则只有前一线段的末端切点值可以被改变。调整末端切点将不会改变结束点或起始点的位置，但会移动后一线段的起始切点以保证该点处仍然为一条连续的G^2曲线。 **鼠标移动：** 对移动点和切点进行鼠标操作将产生与上述一致的效果	拖动它会调整后一弧线段的起始点和半径。前一贝塞尔曲线的末端切向量会和变化中的圆弧的起始方向以此来保证一阶导数的连续性 右键点击并拖动末端切向量将会增加或减少它的大小但不会改变它的方向。 **圆弧操作面板：** 改变圆弧的半径将会改变它的起始方向和末端方向，相应地调整之前曲线的末端切向量以此来保持连续性。末端切向量的大小不会发生改变。
	弧线段	**初始化：** 在弧线段之后的直线段将会保持原长度并和弧线段的末端方向对齐。用一个始于圆弧的末端点并与之相切的单位向量来表示圆弧的方向。 **点控制面板：** 在设置完平滑约束后，用户改变点坐	**初始化：** 用户应用光滑约束将不会改变弧线段。后一贝塞尔曲线段会与它的末端切向量对齐以此来圆弧的起始方向一致。起始切向量的大小不会改变。 **点控制面板：** 若用户调整选择点的[x,y]坐标将移动	**初始化：** 当两条弧线段应用光滑约束时，选择点之前的弧线段将不会发生改变。选择点之后的线段将会改变它的起始方向和前一弧线段的末端方向，这样会导致半径的改变。 **点控制面板：** 改变选择点的[x,y]

		标将会调整圆弧的半径和弧线段的末端点。同时，后一直线段会保持原长并会调整它的斜率与圆弧的末端方向一致。若用户修改后一直线段的末端点，弧线段的末端方向和半径也会做出相应调整。 **鼠标移动：** 用户调整控制点和调整点控制面板的效果一致。 圆弧控制面板： 用户改变弧线段的半径不会影响到圆弧控制点的位置；但是改变弧线段的半径将会改变圆弧的起始和末端方向，前一直线段斜率也将会因此受到调整。	圆弧的末端点并且改变其半径。前一贝塞尔曲线段的起始将跟着改变。为了和弧线段的末端方向对齐，起始切向量将作调整。起始切向量的大小不变 。 若用户修改了后一曲线的起始切向量，前一弧线段的末端方向和改变之后的起始切向量会对齐。然后，圆弧的末端点和半径也可能发生变化。 **鼠标移动：** 左键点击选择点并拖动它会调整之前弧线段的末端点和半径。后一贝塞尔曲线的起始切向量会和变化中的圆弧的末端方向以此来保证一阶导数的连续性 右键点击并拖动起始切向量将会增加或减少它的大小但不会改变它的方向。 圆弧操作面板： 改变圆弧的半径将会改变它的起始方向和末端方向，相应地调整前一曲线	坐标将会把前一弧线段的末端点设置成规定的坐标，同时它还会随着改变的发生调整半径。之后的弧线段会利用之前圆弧的新末端方向并调整它自己的起始方向，起始点和半径以此来补偿这些改变。 **鼠标移动：** 左键点击并拖动选择点将会和修改点操作面板将产生一样的效果。 **圆弧操作面板：** 若用户想改变单个圆弧的起始点，末端点或者半径，将会使相邻段也产生同样的变化。例如，若用户修改了前一线段的半径，新的末端方向将会改变后一圆弧因此后一圆弧的起始方向，半径和起始点将会相对于前一圆弧的修改进行调整。

			的起始切向量以此来保持连续性起始切向量的大小不会发生改变。	

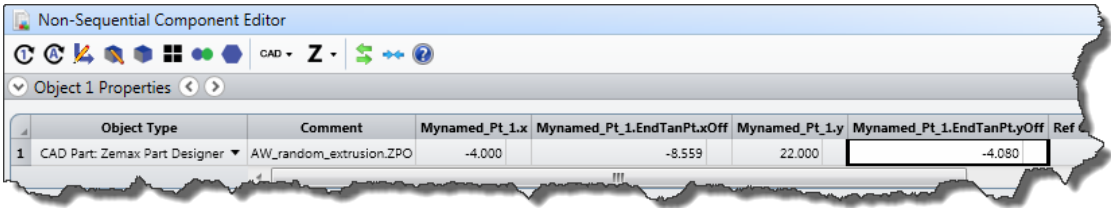
[对点和弧线命名] (Naming Points & Arcs)

ZPD 允许用户对点和弧线进行重命名。当一个点生成时，ZPD 会以“<Sketch #.Point #>”的格式为这个点分配一个名称。弧线的命名格式为“<Sketch #.Arc#>”。在弧线和点控制面板上点击“重命名”按钮，用户可以给目标赋予一个还未被使用过的任意名字。



在一个点被重命名后，点的名称会以红色字母的形式出现在重命名点的旁边。重命名弧线的名称则会出现在弧线的中心部分。

完成对点或弧线的定义并显示点或弧线，当零件被加载时，新的名称将会出现在在 OpticStudio 编辑器中。



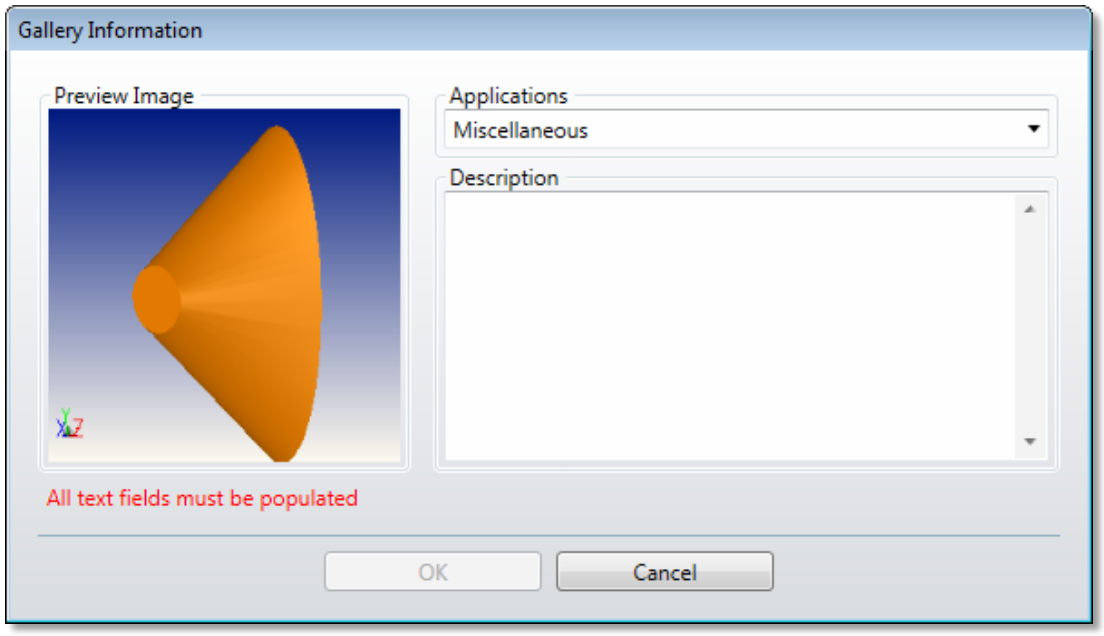
在 OpticStudio 编辑器中，完成定义的点的名称修改为“Mynamed_Pt_1”并显示在 NSC 编辑器中 。

[零件库] (Gallery Mode)

在零件库中可以查看 Zemax 零件设计默认目录下，所有可用的 ZPO 文件的视图。在 Zemax 零件设计中创建的任何文件都可以存储在零件库。

为了给物体创建零件库数据，必须使用保存零件库功能来保存它。这个功能可以将当前状态下的用户备注和位图图像等信息保存到文件中。





点击“保存零件库”来打开这个零件库信息窗口。这个窗口显示的是将要被保存的位图图像。选择不同的应用类型会决定它在界面模式中的归类。在保存之前也必须对其做一定的描述。

“应用”中的信息可以由用户自定义输入或从下拉选项中选择。与列表内项目不一致的物体将被归为“杂项”。当对零件使用截屏功能时，Zemax 零件设计会在视图窗口中间出现一个长和宽与当前视图窗口相同的矩形。按下“OK”键保存零件库模式的信息。所有数据和截图必须在保存前输入到窗口中。零件必须以.ZPO 的扩展格式保存。

[命令(使用零件设计)] (Commands（using part designer）)

ZPD 命令可分为以下几个类别:

- 插入命令组:为了创建复杂的 Zemax 零件物体所需创建的新物体或变量

    - 声明命令:用于储存在 OpticStudio 和脚本中使用的变量。
    - 创建物体命令:构建物体的基础，利用每种基础的特点创建几何体
    - 草图物体命令:利用草图创建物体

- 操作命令组：允许对插入命令组创建的物体进行修改以及相互作用。

    - 形状命令：复制或修改现有物体。
    - 移动命令：移动现有物体。
    - 布尔命令：使用布尔逻辑对现有对象进行布尔操作，创建一个新的物体。
    - 光线命令：获取几何体的特定参数值，以便在其他计算中作为参数和常量使用。
    - 数学语法：Zemax 零件设计也有能力执行简单的数学运算来代替脚本中的数据值。

[插入命令组] (Insert Group)

[声明命令] (Declaration Commands)

用于储存在 OpticStudio 和脚本中使用的变量。

通过参考已经被声明的数值名称，用户可以使用声明命令来定义可能会在草图其他地方中使用的数值。有两种定义形式：参量和常量。其区别在于，参量在 OpticStudio 的用户界面中可以显示出来，在脚本中定义的数值可能会被非序列元件编辑器重新定义为不同的数值。

[物体创建命令] (Object Creation Commands)

物体命令通过一系列的参数或参考已经存在的物体来创建新的物体。

[立方体] (Cube)
CUBE 名称，x 方向宽度，y 方向宽度，z 方向宽度

创建一个各方向为特定宽度的立方体，原点位于立方体的中心。

[圆锥体] (Cone)
CONE 名称，前表面半径 r1，后表面半径 r2，长度 L

通过前表面半径 r1 和后表面半径 r2 和长度 L 创建一个圆柱体或圆锥体。r1，r2 可以为 0，但不能都为 0。L 可以为正或负，但不能为 0。原点位于 XY 平面的中心处，长度方向沿 Z 轴方向。

[圆柱体] (Cylinder)
CYL 名称，半径，长度

创建一个有特定半径和长度的圆柱体。长度可以为正或为负，但是不能为 0。原点位于投影在 XY 平面的中心处，长度方向沿 Z 轴方向。

[复合抛物面聚光器] (Compound Parabolic Concentrator)
CPC 名称，孔径，角度，长度，折射率

创建一个旋转对称的复合抛物面聚光器。角度的单位是度，如果折射率大于 1.0，则角度为在该折射率介质中的折射角。

[矩形复合抛物面聚光器] (Rectangular Compound Parabolic Concentrator)
CPCR 名称，y 方向孔径，y 方向角度，长度，x 方向孔径，x 方向角度，折射率

创建一个矩形复合抛物面聚光器。角度的单位是度，如果折射率大于 1.0，则角度为在该折射率介质中的折射角。

[椭圆体 1] (Elliptical Volume 1)
ELLIPSE name, rx, ry, L
创建一个椭圆柱体，其前后表面为沿 x 轴方向和 y 轴方向具有特定半径值的椭圆，并沿 z 方向延伸的长度为 L。L 可为正也可以为负，但不能为零。原点在前表面椭圆的中心。

[椭圆体 2] (Elliptical Volume 2)
ELLIPTICAL name, front_x, front_y, back_x, back_y, length
创建一个椭圆柱体，其前后表面分别为以 x 和 y 方向具有不同的半轴尺寸的椭圆，并沿 z 轴方向延伸长度 L，L 可以为正也可为负，但不能为零。原点位于在前表面的中心。

[透镜] (Lens)
LENS name, r1, k1, radialAperture1, thick, r2, k2, radialAperture2, bevel1, bevel2
创建一个标准透镜，r1 和 r2 分别是前后表面的曲率半径（平面设置为 0）。k1 和 k2 是圆锥系数，。径向孔径 1 和径向孔径 2 分别为前后表面的透光孔径，厚度为前后表面的中心厚度。可以选择性的为前后表面的边缘添加斜角 1 和斜角 2。

[多边形物体] (Polygon)
POLYGON name, n, size, depth

创建一个多边形拉伸的柱体。多边形的边数 n 至少为 3，尺寸为从中心轴到多边形上任意顶点的距离。前表面位于 XY 平面，深度为沿着 Z 方向延伸的距离。深度可以为正也可为负，但不能为零。多边形其中一个顶点一定位于 x 轴的正半轴上。

[棱锥体（物体）](Pyramid)

PYRAMID name, n, size, depthPYRAMID 名称，底面多边形边数，尺寸，深度

创建一个 n 棱锥。底面多边形的边数 n 至少为 3，尺寸为从中心轴到多边形上任意顶点的距离。前面位于 XY 平面，深度为顶点沿着 Z 方向延伸的距离。深度可以为也正可为负，但不能为零。多边形其中一个顶点位于 x 轴的正半轴。

[键槽体](Slot)

SLOT name, radius, spacing, depthSLOT

创建一个两边为半圆形的槽型体。间距为两个圆心的间距，深度是沿着 Z 方向延伸的距离。原点位于槽型体的中心。

[球体] (Sphere)

SPHERE 名称，半径

创建一个具有指定半径的球体。 原点位于球体的中心。

[螺旋体] (Spiral)

SPIRAL name, radius, R1, R2, turns, pitch

创建一个螺旋体。 螺旋轴方向沿 Z 轴正半轴方向。截面半径（radius）为螺旋“线”的圆形截面的半径尺寸。弯曲半径为从 Z 轴到螺旋线截面中心的距离，在螺线开始处的弯曲半径为 R1，在螺旋末端的弯曲半径 R2。圈数是螺旋线绕 z 轴旋转的圈数，该参数不需要为整数。螺距（pitch）是螺线每转一圈 Z 轴坐标的变化值。截面半径的值应不大于弯曲半径 R1 和 R2 中较小值的三分之一

[圆环体] (Torus)

TORUS name, R, r, start_angle, stop_angle

创建一个圆形圆环体。将一个半径为 r 的圆放置在 YZ 平面上，其圆心位于 Z 轴正半轴距离为 R 的位置上，这个圆的位置对应角度 0 度。这个圆围绕 y 轴正半轴从起始角度开始旋转到终止角度形成圆环体。其中起始和终止角度以度为单位且必须在-360 和+360 之间。

[草图实体命令] (Sketch Object Commands)

草图实物体命令根据可以在物体创建命令下进行分类。草图实物体命令要求用户定义的草图（在草图模式下创建）和每一个草图命令相关联。

[拉伸凸台](Prism/Extrusion)

EXTRUDE name, sketch, draft_angle, length
创建一个用指定 sketchID 的草图拉伸出来的棱柱。体积沿着 z 轴拉伸，并形成给定长度的棱柱。用户可以通过 d_angle 来设置生成物体的拔模角。如果没有设置拔模角则默认为 0 度。棱柱的长度不能为 0。在这一操作中使用的草图必须是关闭的，并且草图中的曲线可能不是闭合曲线。

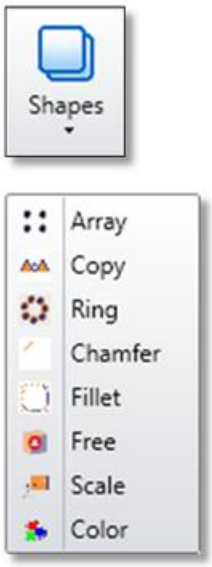
[拉伸棱锥（草图实体）](Pyramid (sketch objects))
PYRAMID_S name, sketchID, length
创建一个用指定 sketchID 的草图拉伸出来的锥体。体积沿着 z 轴拉伸，并在给定长度上形成一个顶点。锥体拉伸的长度不能为 0。在这一操作中使用的草图必须是关闭的，并且草图中的曲线可能不是闭合曲线。草图可以只使用直线段。

[回转实体](Revolve)
REVOLVE name, sketchID, start_angle, end_angle
用指定 sketchID 的草图创建一个旋转体。草图以 y 轴为旋转轴，从起始角度旋转到终止角度。其中草图只能在 y 轴的一侧，并且是封闭的图形。起始角度和终止角度需设置在 0 到 360 度之间。

［操作选项组］(Operations Group)

［形状（操作组，零件设计选项卡）］(Shapes

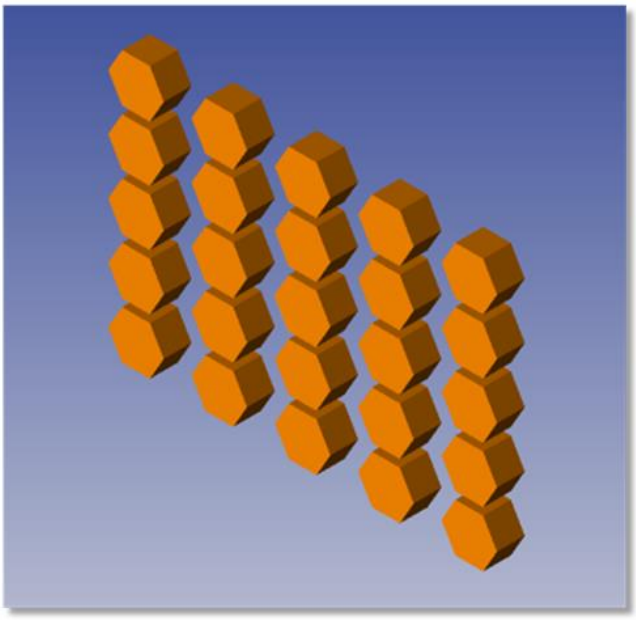
(operations group, the part designer tab))





[矩形阵列]（ Array （ shapes ））





ARRAY 名称，物体，nx， ny，nz，dx，dy，dz
创建一个由物体定义的几何阵列。通过选中的物体在 x，y，z 方向复制 nx，ny，nz 次，间隔为 dx，dy 和 dz。无论 n 是奇数还是偶数，阵列总是以坐标系统为中心。这个命令从物体 1 开始创建一个新物体，而原始物体不变。不能创建包含超过 200 个单独物体的阵列；即 x，y，x 方向上的物体总个数不超过 200。

[复制实体]（Copy）

COPY 名称，物体
通过复制现有物体创建一个新物体。原始物体不发生改变。

[圆形列阵]（Ring）

RING 名称，物体，x，y，z，cx，cy，cz，count
创建一个由物体定义的几何环形阵列。圆环以点(x,y,z)为中心，这个零件的旋转轴是由方向余弦(cx,cy,cz)确定，复制对象的总数由“count”确定。在使用圆环命令之前，参考对象必须通过移动命令（MOVE）或位置命令（POSITION）从旋转轴偏移。注意，这个命令从物体 1 创建一个新物体，而原始物

体不变。参数“count”不能超过 200。

[倒角] (Chamfer)

CHAMFER 对象，倒角宽度
对物体尖锐边缘以指定宽度倒角。

[圆角] (Fillet)

FILLET 物体，半径
对物体尖锐边缘以指定半径倒圆角。

[释放内存] (Free)

FREE 物体
释放与指定物体关联的内存，这个命令可以节省系统资源，但并非必须使用，因为脚本命令结束时，OpticStudio 会自动释放物体占用的内存。

[缩放实体] (Scale)

SCALE 物体，缩放因子 sx，sy，sz
根据给定的因子在 X,Y,Z 轴方向上缩放指定的物体。缩放值是不能为 0，但可正可负。，如果是负值，则该物体在相应的方向上被反转。

[着色实体] (Color (shapes))

COLOR 物体，R，G，B
对物体使用物体创建命令进行指定 RGB 值的着色。每个值必须在 0-255 之间。

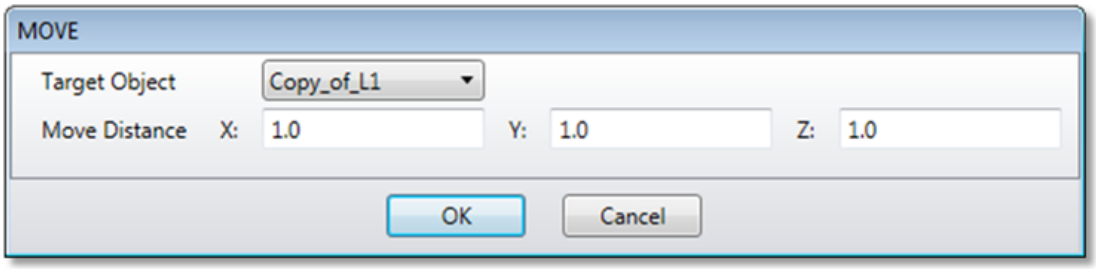
[平移|镜像转换（操作组，零件设计选项卡）] (Translate (operations group, the part designer tab))





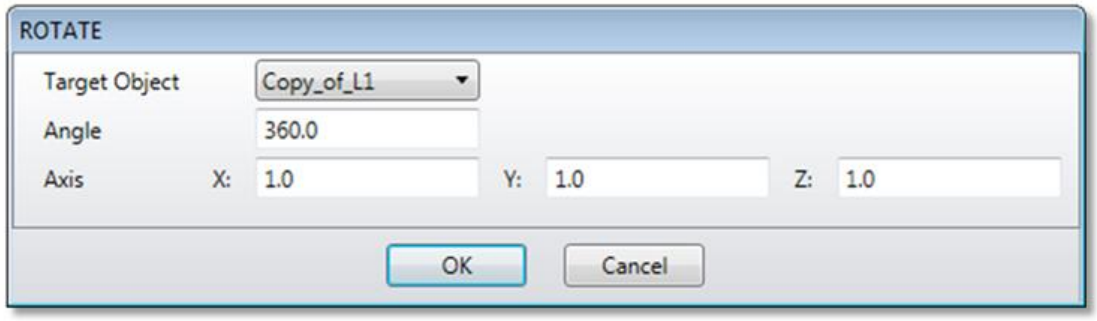


［移动实体］（ **Move** ）



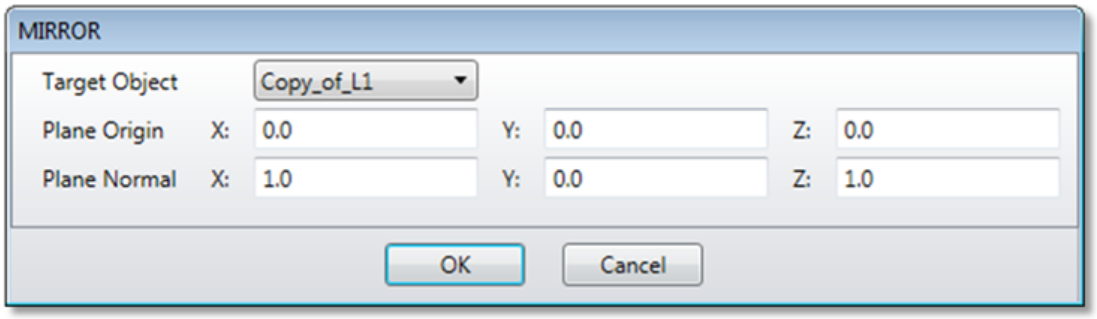
MOVE 物体， dx， dy， dz
将指定的物体在 X,Y,Z 轴方向上移动指定的距离。

［旋转实体］（ Rotate ）



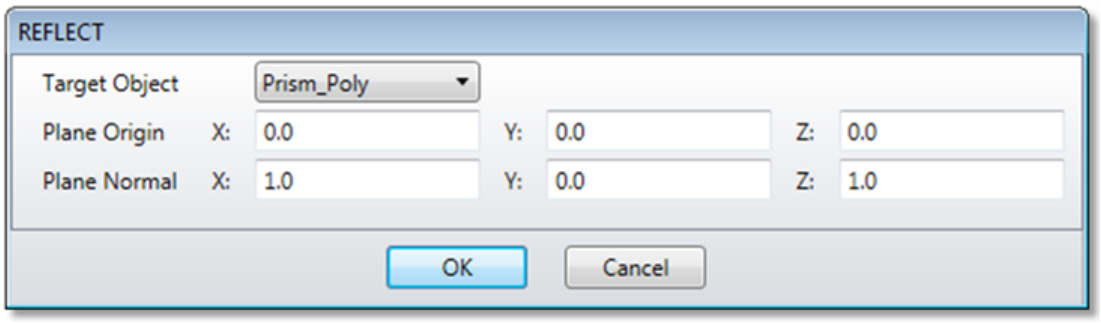
ROTATE 物体，角度，cx，cy，cz
绕任意轴（由 x、y 和 z 方向余弦定义）将指定物体旋转指定的角度。

[镜像合并] (Mirror)



MIRROR 物体，x，y，z，cx，cy，cz
镜像复制指定的对象，并使用方向余弦（cx，cy，cz），相对于指定点（x，y，z）和法向量定义的平面反射复制实体。然后将初始物体和副本合并为一个物体，不管它们是否接触。另请参阅 REFLECT，该命令在不进行复制的情况下反射物体。

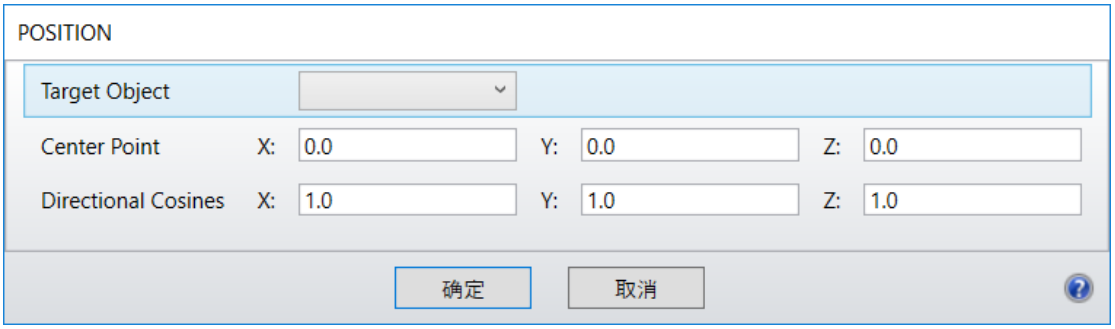
[镜像移动]（ Reflect ）



REFLECT 物体，x，y，z，cx，cy，cz

使用方向余弦（cx，cy，cz），相对于指定点（x，y，z）和法向量定义的平面反射指定物体。另请参阅 MIRROR，该命令反射物体并将其与未反射的原始物体合并。

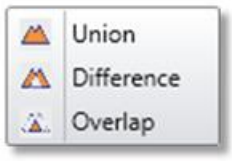
[定位实体]（ Position ）

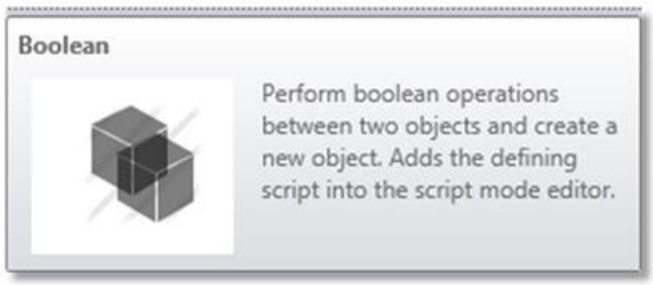


POSITION 物体，x，y，z，cx，cy，cz
将物体移动和旋转至以指定点（x，y，z）为中心的新坐标系上，其中局部坐标 +Z 轴以方向余弦（cx，cy，cz）定位。假设初始原点位于新的 ZY 平面上。

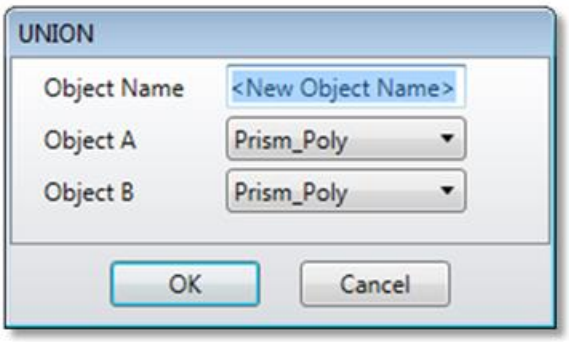
[布尔运算（操作组）] (Boolean (operations group))





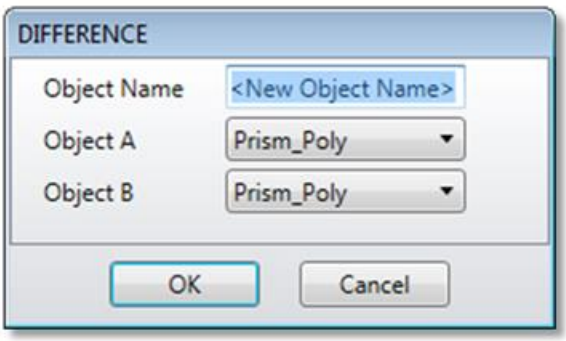


［相加］（Union）



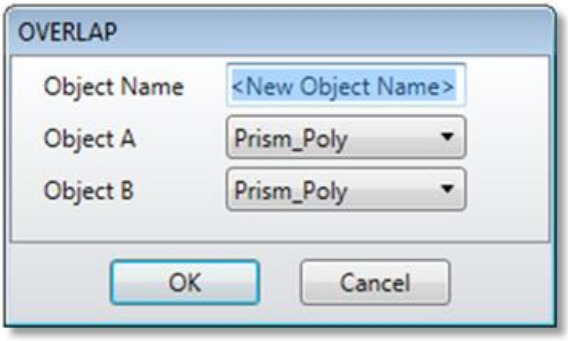
UNION 名称，物体 1，物体 2
创建新物体，该对象为物体 1 和物体 2 布尔相加运算所得。

［相减］（Difference）



DIFFERENCE 名称，物体 1，物体 2
创建新物体，该物体为物体 1 和物体 2 布尔相减运算所得。该命令用于删除物体 1 中含有的物体 2 部分。

［相交］（overlap）



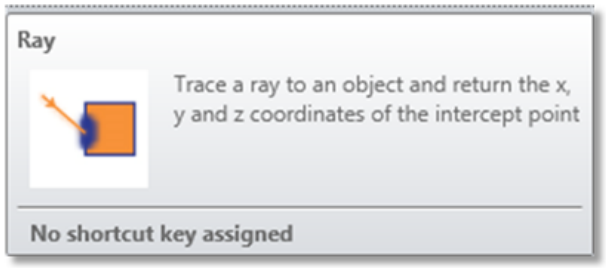
OVERLAP 名称，物体 1，物体 2

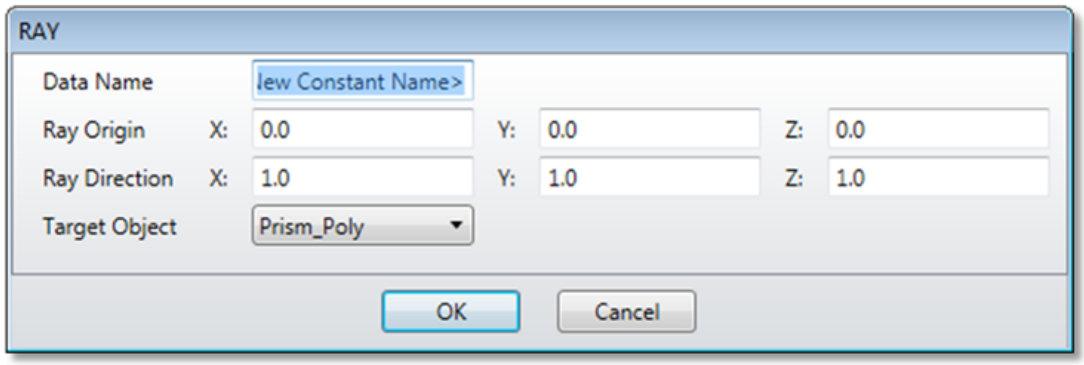
创建新物体，该物体为物体 1 和物体 2 进行布尔相交操作所得。该命令仅用于选择对象 1 和对象 2 共有的部分。

[光线（操作组，零件设计选项卡）] (Ray (operations

group, the part designer tab))







RAY 数据，x，y，z，cx，cy，cz，物体

RAY 命令使用指定的 cx、cy 和 cz 方向余弦在指定的 x、y 和 z 点定义光线，然后追迹光线，直到指定物体。如果光线与物体相交，则会将相交点存储为指定数据值。指定数据值包含三个值：相交点的 x、y 和 z 坐标。这些值可在后续脚本命令中作为常量使用。

示例（ Example ）

将小球体放置于立方体顶部。这个脚本定义一个立方体，然后光线从立方体上方开始出射并与立方体的顶面相交，并在球体放置的位置定义了一个点。

CUBE box, 1, 1, 1
RAY point, 0, 10, 0, 0, -1, 0, box
SPHERE ball, 0.3

MOVE ball, point.X, point.Y, point.Z
UNION final, box, ball

注意各相交点的坐标。

[数学运算语句] (Math Syntax)

Zemax 零件设计 （ Zemax Part Designer ） 还能够执行简单数学运算来替代脚本中的数据值。可进行以下运算：

+，-：加法和减法
*，/：乘法和除法
()：所有运算和值都可包含在括号中

平方根 SQRT：计算数据值平方根的命令。输入值必须大于 0。

SINE、COSI、TANG、ATAN、ASIN、ACOS：分别为正弦、余弦、正切、反正切、反正弦和反余弦运算。这些运算的输入值是弧度值。

参数 （ PARAMETER ） 命令和这些运算不兼容。

教程 1：7 单元格集群光学聚光镜（利用零件设计）（Cell Cluster Concentrator Optic（using part designer））

以下设计旨在放置 7 LED 光源并生成密集的光束，以照亮小型物体。可以在 C:\[…]\Documents\Zemax\Objects\Part Designer Objects 文件夹中找到完成的样本文件，文件名为“Cluster_Concentrator.ZPO”。



7 单元格集群光学聚光镜使用聚碳酸酯建模，并且位于 7 单元格 LED 阵列中。

聚光镜可能看起来非常复杂。但经过进一步观察，零件可以细分为 3 个部分。零件的剖面可看作零件由单透镜零件切割而成。零件中心处的大孔也是由透镜形状切割而成。零件的放射状花朵形状由 6 个六角形组成，它们由 6 个复合抛物面聚光镜(CPC)组成，每个复合抛物面聚光镜 CPC 的底部都切出了一个透镜形状的孔。

本教程会将 7 单元格集群光学聚光镜分解为数个简单的碎片，以创建全参数化的零件。

第一步：设计

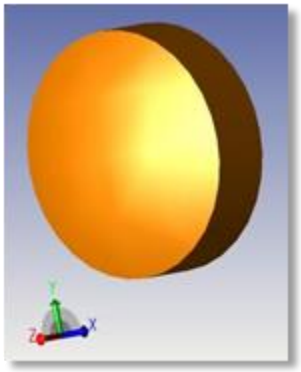
在开始之前，要事先知道部件的哪些特性需要参数化。在本教程中，零件的整体厚度和直径需要被参数化。其他间隙和切割的直径测量值将由常数、直径比来表示。这个比率从零件的初始规格中获得。这些值的定义如下：

```
PARAMETER diameter, 20
PARAMETER thickness, 16
CONSTANT diamRatio, 14.9/38.5
```

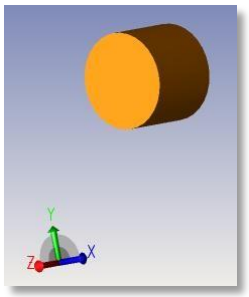
第二部：主透镜

使用以下命令创建聚光镜的主体：

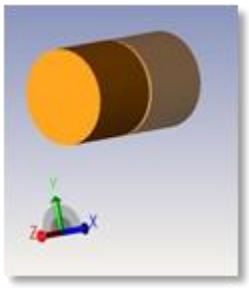
```
LENS lensMain,0,0,0,diameter,thickness,-40,0,0,diameter,0.0,0.0
```



```
LENS frontCut，-diameter，0.0，diameter*diamRatio,thickness*(2/3),0,0.0,diameter*diamRatio,0.0,0.0
```



```
RAY frontCutPos, 0,0,diameter*2, 0,0,-1,lensMain
MOVE frontCut, 0,0,frontCutPos.Z*0.8
```



DIFFERENCE frontLens, lensMain, frontCut



创建透镜时，每个参数都务必遵守以下定义：

$$z = \frac{cr^2}{1 \pm \sqrt{1-(1+k)c^2r^2}}$$

其中 c 为曲率（半径倒数），k 为圆锥系数，而 r 为孔径直径的一半。使用 LENS 命令选择的值会同时应用到透镜的前后表面。

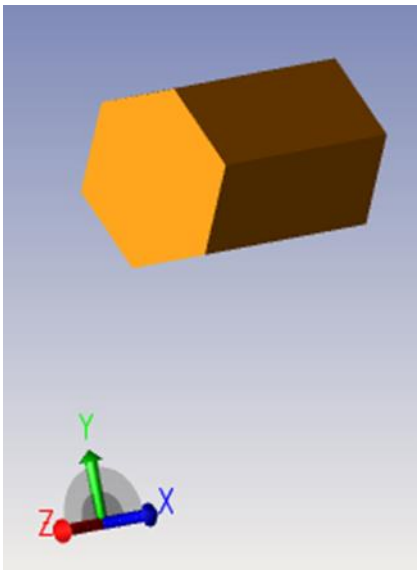
创建初始透镜之后，会创建另一个更小的透镜，用作从主透镜减去的区域。RAY 命令非常适用于相对于其它零件来定位零件，如图 XVI 所示。RAY 命令可让用户访问 RAY 命令中指定的光线交点的位置。结果值的作用类似于由 CONSTANT 命令创建的变量，而且可以执行数学运算。在本示例中，需要将较小的透镜放置在靠近较大的透镜的前表面处（沿着+z 轴）。由于透镜的曲率，如果不进行某些计算，较小的透镜的位置不会很明显。沿着 z 轴从任意距离朝着原点发射一条光线将会解决该问题。沿着透镜表面的光线交点信息存储在脚本中，而且可以使用其它命令进行访问。由 RAY 命令获取的 z 坐标表示较大的透镜的表

面上的点，但是在执行相减命令时，较小的透镜不会仅仅是与透镜相切。这意味着可以使用比例因子（只需使用任意值或用户定义的值将摆放位置与比例因子相乘）来更改位置，从而获取所需的布尔结果。

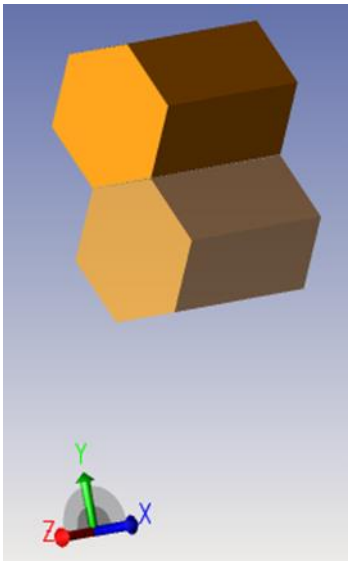
第 3 步：基本多面体形状

以下命令用于创建基本多面体形状。此形状由 6 个像蜂巢一样排列的六角多面体组成：

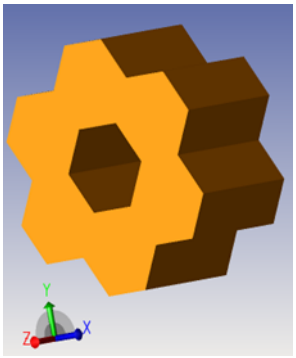
```
POLYGON poly1,6,diameter*diamRatio,diameter
```



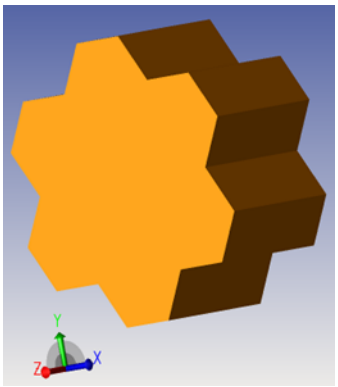

```
COPY poly2, poly1
RAY poly2Pos, 0,diameter,0, 0,-1, 0, poly1
MOVE poly2, 0,2*poly2Pos.Y, 0
```



RING poly2Ring,poly2,0,0,0,0,0,1,6



UNION polys, poly1,poly2Ring



定义基本多面体使用了用户定义的参数。这样可以保证在 OpticStudio 中完全参数化整个

零件。通过绕 z 轴的初始基本多面体的圆环阵列创建多面体的蜂巢样式。请注意，RING 命令中使用的基本形状必须从指定的旋转轴偏移，这一点很重要。因为会绕原点旋转几何形状（旋转轴为 z 轴），所以必须创建初始多面体的副本，并且将其放置在基本形状的顶部。再说一下，不经过某些复杂的数学运算，多面体的顶部不会清晰地显示，而且 RAY 命令可用于查找复制的多面体的偏移距离。

务必记住，MOVE 和 POSITION 命令会移动形状的原点。在本示例中，基本多面体的原点位于多面体的背面的中心。因此命令为：

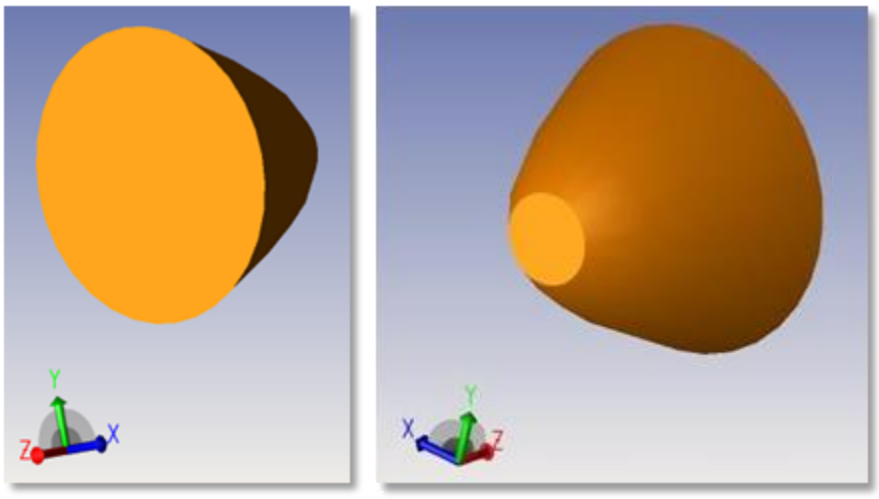
```
MOVE poly2, 0,2*poly2Pos.Y, 0
```

沿着 Y 轴将原点偏移 origin 2*poly2Pos.Y 个单位。使用本手册的物体创建命令（Object Creation Commands）部分确定给定几何形状的原点。

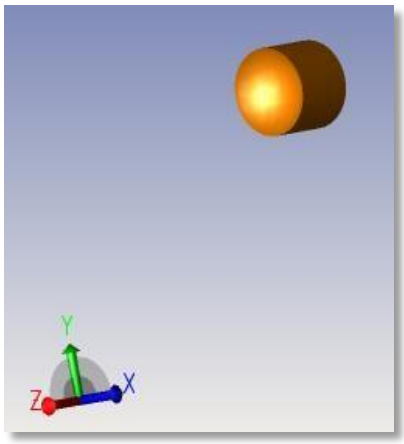
然后通过 UNION 命令加入初始基本多面体和圆环的副本。

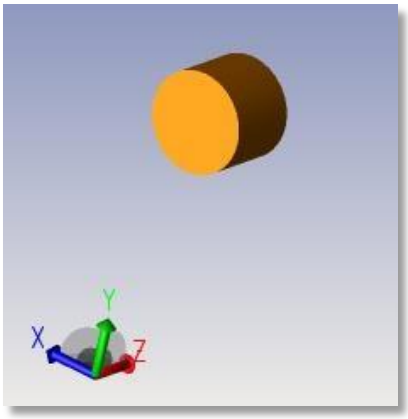
下一个步骤需要所有之前教程中使用的运算。以下命令详细说明了将会放置在新创建的多面体之后的复合抛物面聚光镜（CPC）对象的阵列。

```
CPC cpc, diameter/5, 5, diameter, 1.0
```

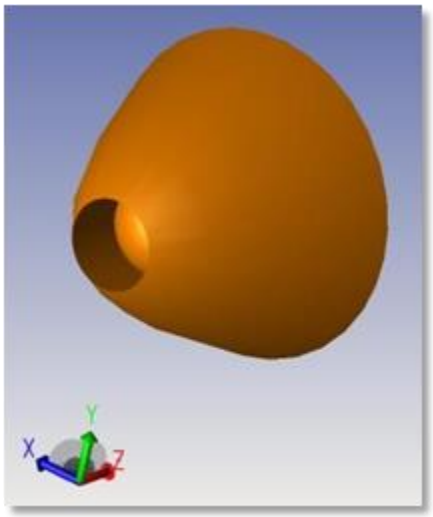



```
LENS cpcCut,0,0,diameter/5,diameter/5,diameter/4,0,diameter/5,0,0
```

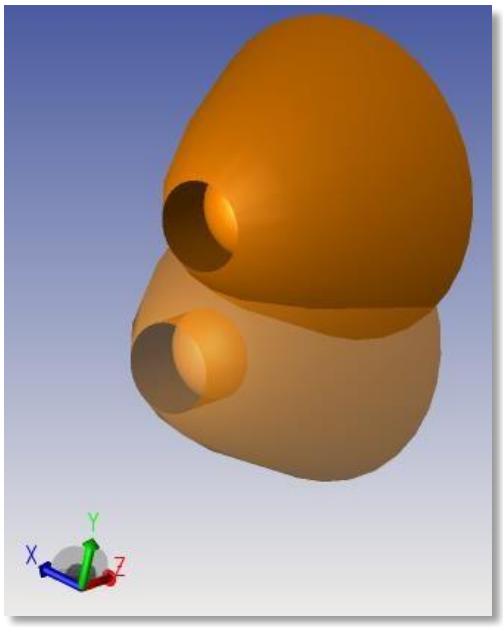




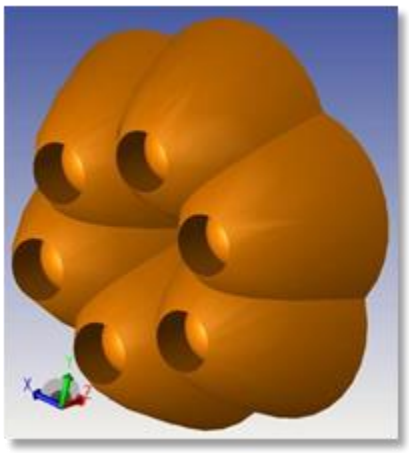
DIFFERENCE cpcLobe, cpc, cpcCut



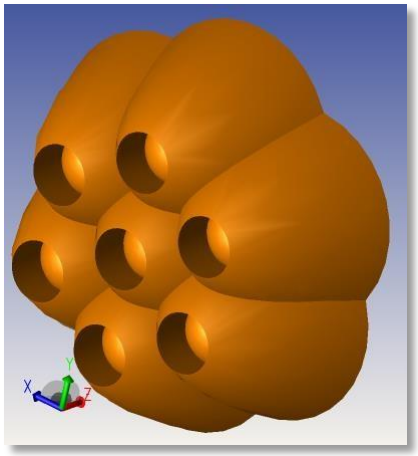
COPY cpcLobe2, cpcLobe
MOVE cpcLobe2, 0, 2*poly2Pos.Y,0



RING cpcLobeRing, cpcLobe2, 0,0,0,0,0,1,6



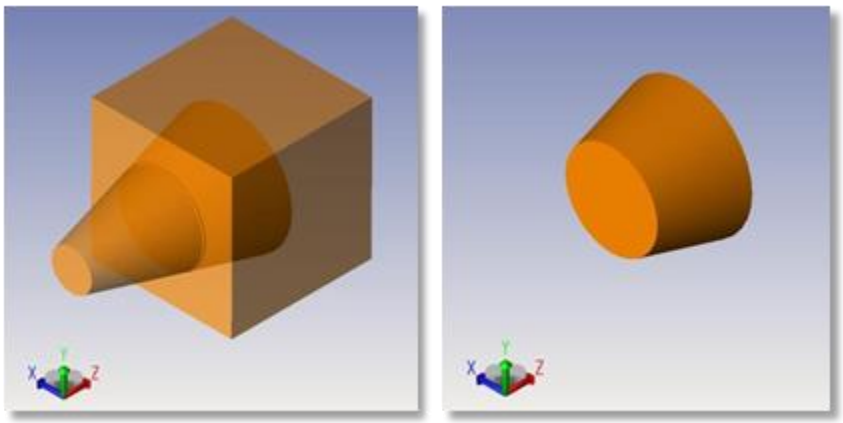
UNION cpcLobes, cpcLobeRing, cpcLobe



7 个复合抛物面聚光镜的圆环阵列具有小型的透镜空气（在后孔径处钻得）。再说一下，必须使用在脚本开头声明的参数来定义复合抛物面聚光镜 CPC 的几何形状。接下来复制带孔的单个复合抛物面聚光镜 CPC 对象，并且沿着 y 轴偏移此对象（所使用的值与之前的 RAY 命令获取的值相同）。然后使用 RING 命令旋转复制的复合抛物面聚光镜 CPC，并且将其与位于原点处的原始复合抛物面聚光镜 CPC 相结合。

第 5 步：对聚光镜进行精加工

到目前为止使用过的布尔命令只有 UNION 和 DIFFERENCE 命令。第三条也是最后一条布尔命令是 OVERLAP 命令。OVERLAP 命令涉及两个物体，并且使用两个无异的相交部分来形成新的对象。

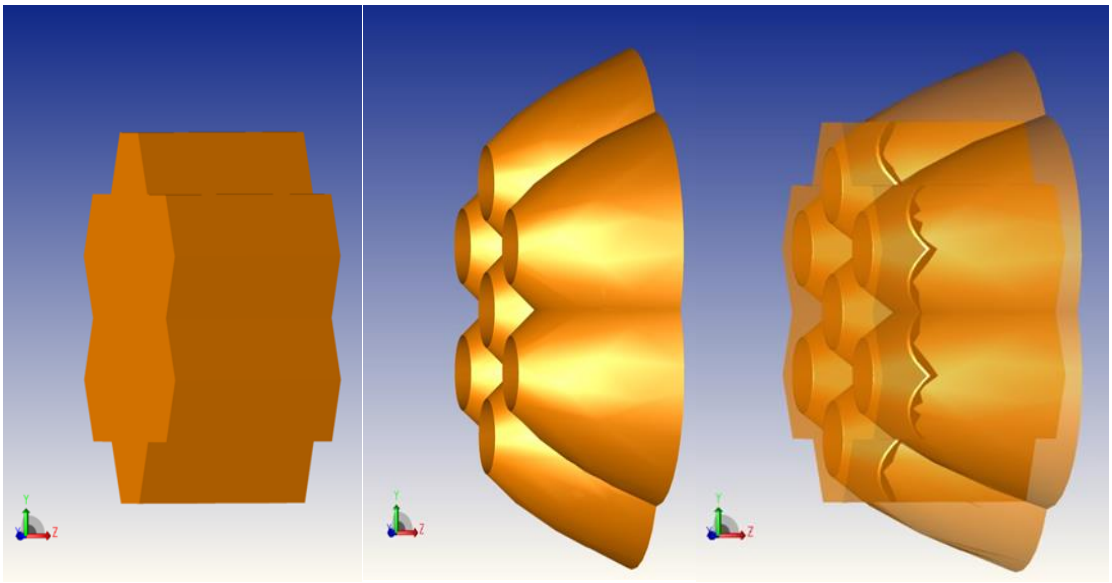


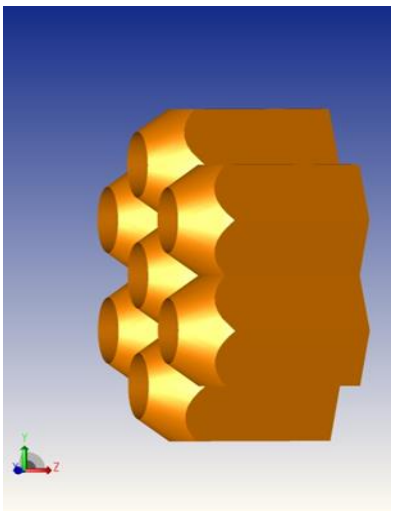
使用 OVERLAP 命令，对于圆锥体和立方体相交的结果。

对多面体圆环和复合抛物面聚光镜（CPC）圆环使用叠加命令会产生以下形状：

```
OVERLAP baseShape, polys, cpcLobes
```

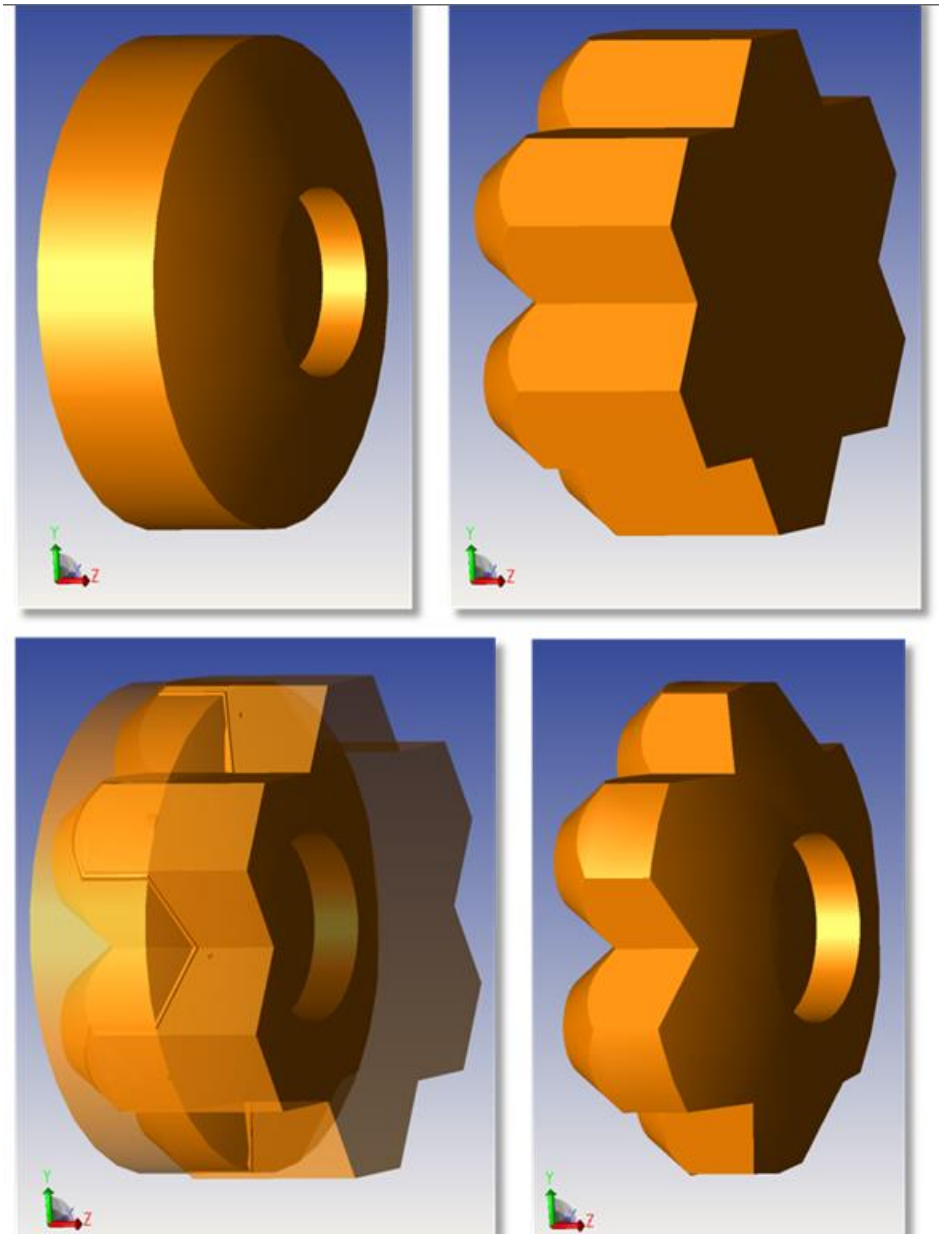
下列图像显示了将要叠加的对象（多边形和复合抛物面聚光镜（CPC）），以及叠加后的重叠部分和合成对象（名为 baseShape）





随后对新的形状和原始的大型透镜执行叠加命令会产生下面所示的对象：

OVERLAP finalConcentrator, baseShape, frontLens

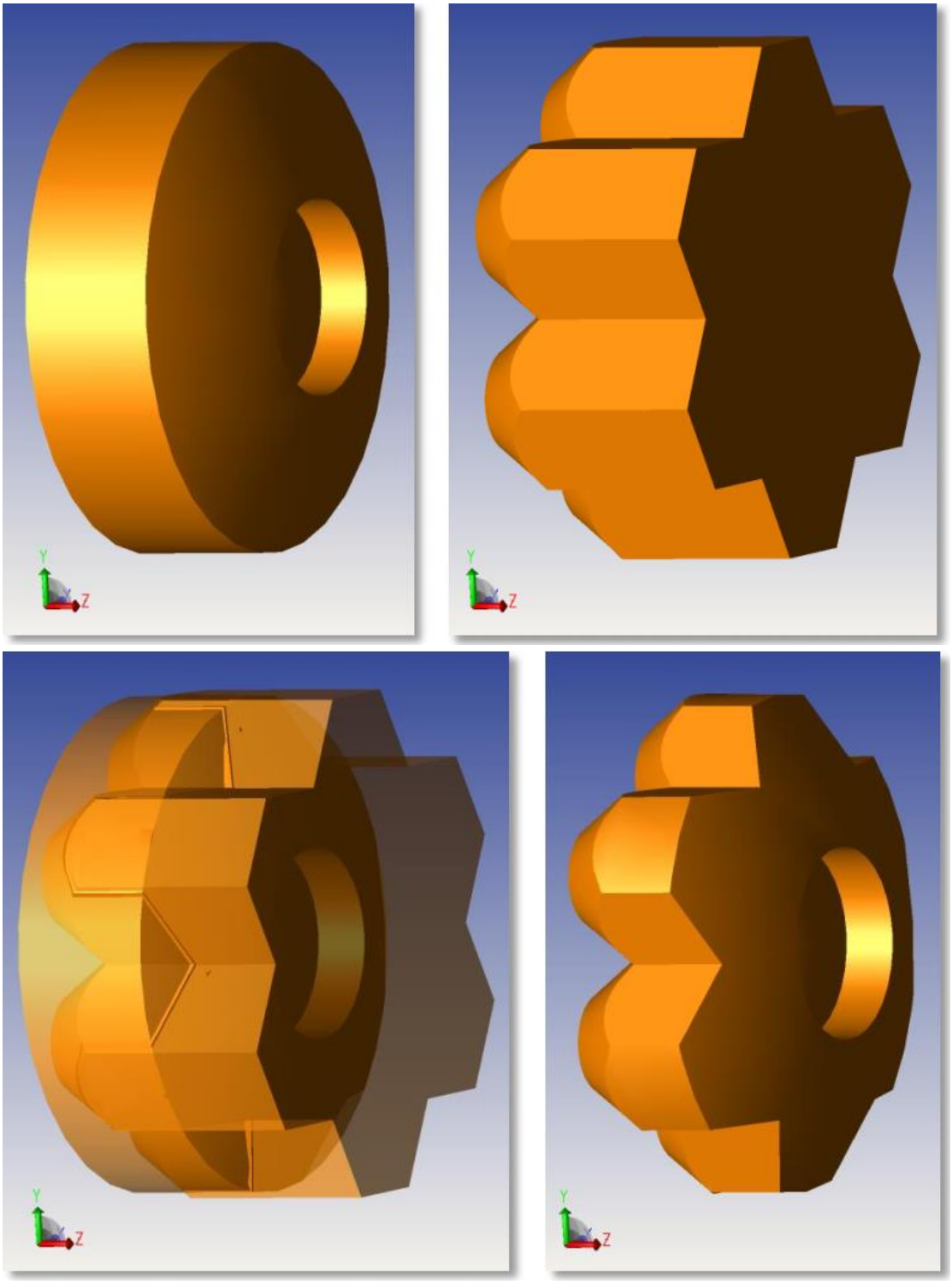


第 6 步：保存文件

现在物体已经可以作为 CAD 文件导出 (.IGS, .STEP, .STL, .SAT) 或作为.ZSO/.ZPO 文件保存。建议将零件以更为强有力的、包含了草图和图像集的.ZPO 形式保存。

为了保存文件，可以在系统组 (System Group) 内浏览 File 标识，点击“save”，“save as”或“save gallery”。零件同时也可以通过“export as”命令导出。

OVERLAP finalConcentrator, baseShape, frontLens



步骤 6：保存文件

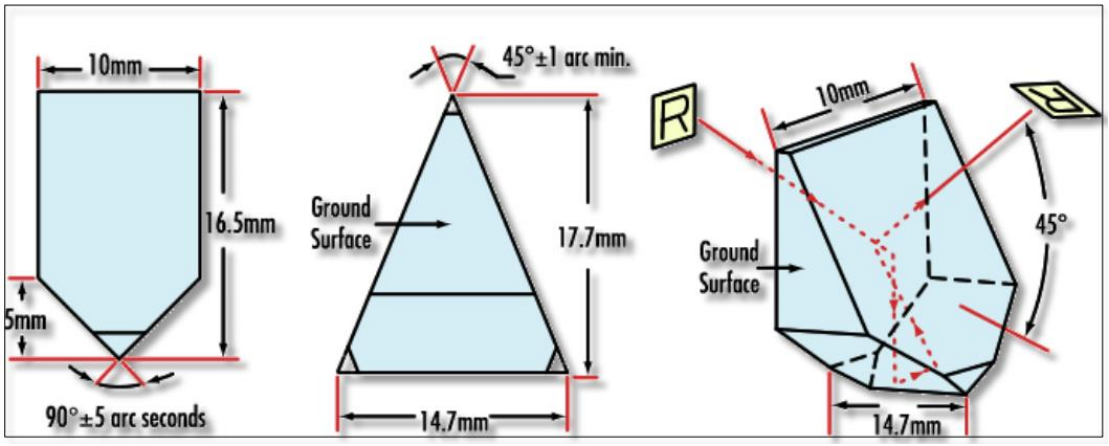
现在，设计好的器件可以导出为一个 CAD 文件（.IGS, .STEP,.STL, .SAT）或者保存为.ZSO 和.ZPO 文

件。建议保存为.ZPO 文件，这类文件功能强大，囊括了草图和零件库的数据
保存文件时，找到系统菜单栏（**System Group**）里找到文件图标，可以选择“保存”，“另存为”，“保存零件库”。零件也可以通过选择“export as” 命令来完成。

教程 2：（使用零件设计）从草图创建棱镜

在本教程中，用户将会使用到 **Zemax** 零件设计（**Zemax Part Designer**）中的各种各样的草图工具，并学会在 **OpticStudio** 工作环境下对零件进行优化。

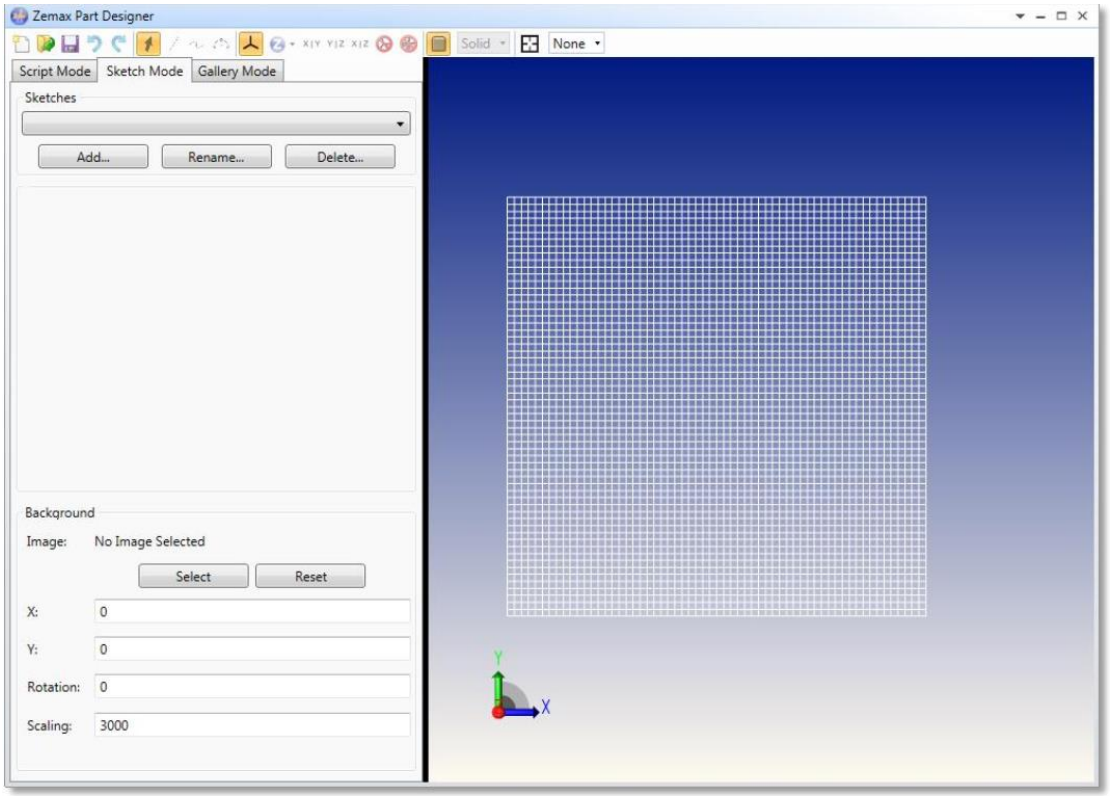
用户可使用如下所示直线工具来建立一个简单的 **Schmidt-Pechan Roof** 棱镜。



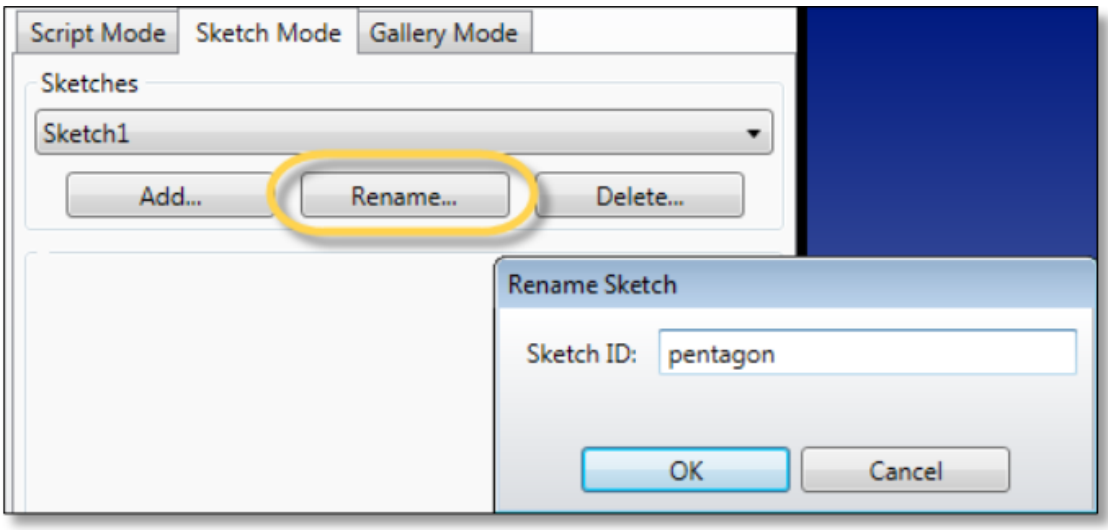
***Schmidt-Pechan Roof** 棱镜以及尺寸*

步骤一：绘制一个五边形初始形状

首先，打开零件设计菜单并且切换到草图模式。



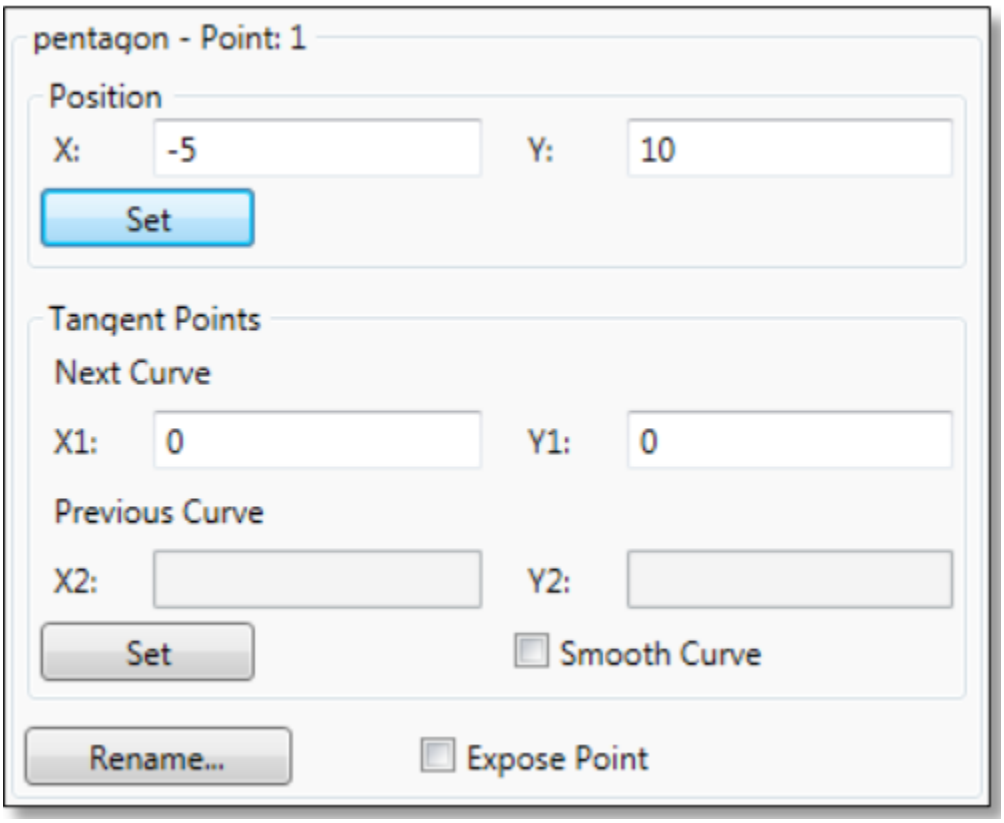
单击空列表下面的“添加…”按钮，添加一个草图到零件文件。这样将会添加一个名为“sketch1 “的草图，我们可以通过点击”添加...“按钮旁边的”重命名“按钮，将草图命名为五边形。



在输入有效文本后，点击“确定 “按钮确认草图名称。

选择位于屏幕顶部的工具栏上的直线工具（**Line Tool**）进行草图绘制。按照下图顺序绘制下面的 6 个点。在点控制面板中设置点的值，我们可以大致的确定草图的位置。

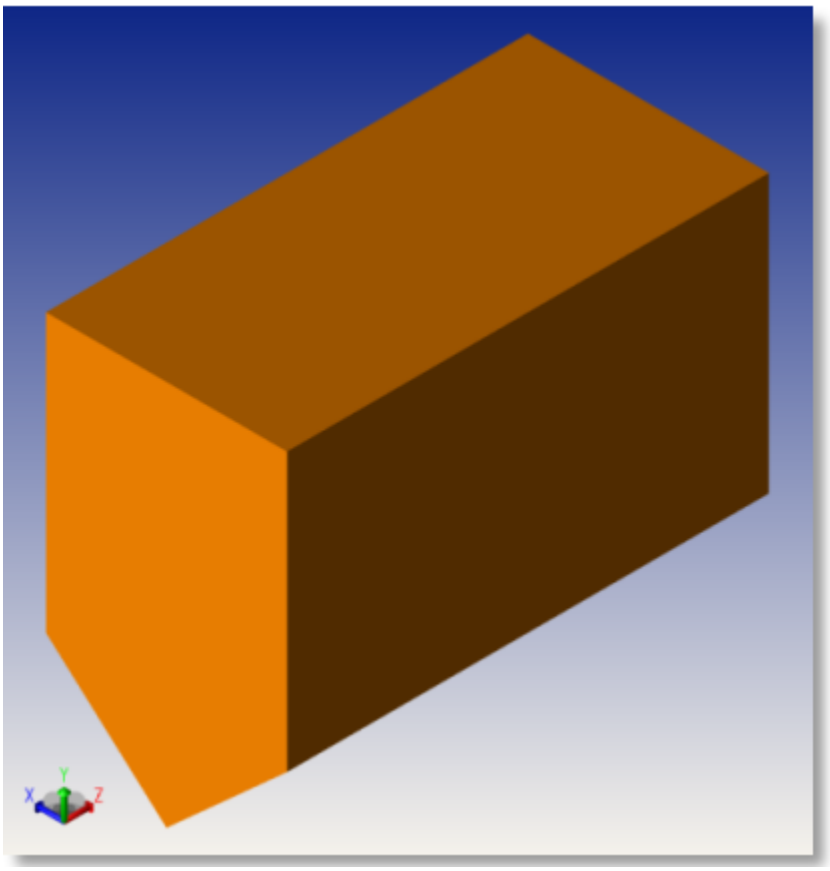
Point 1: (-5.000, 10.000)
Point 2: (5.000, 10.000)
Point 3: (5.000, -1.500)
Point 4: (0.000, -6.515)
Point 5: (-5.000, -1.500)
Point 6: (-5.000, 10.000)



返回到 ZPD(Zemax part designer) 的脚本模式(script mode)中，在编辑器中输入以下代码：

EXTRUDE baseShape, pentagon, 0, 20

这段代码能够让 **ZPD** 创建拉伸凸台，“baseShape”：利用草图；草图名称：“pentagon”,拔模角度为 0，沿 Z 轴正方向凸台深度为 20（拉伸总是从原点开始，沿正 z 轴向外突出）。

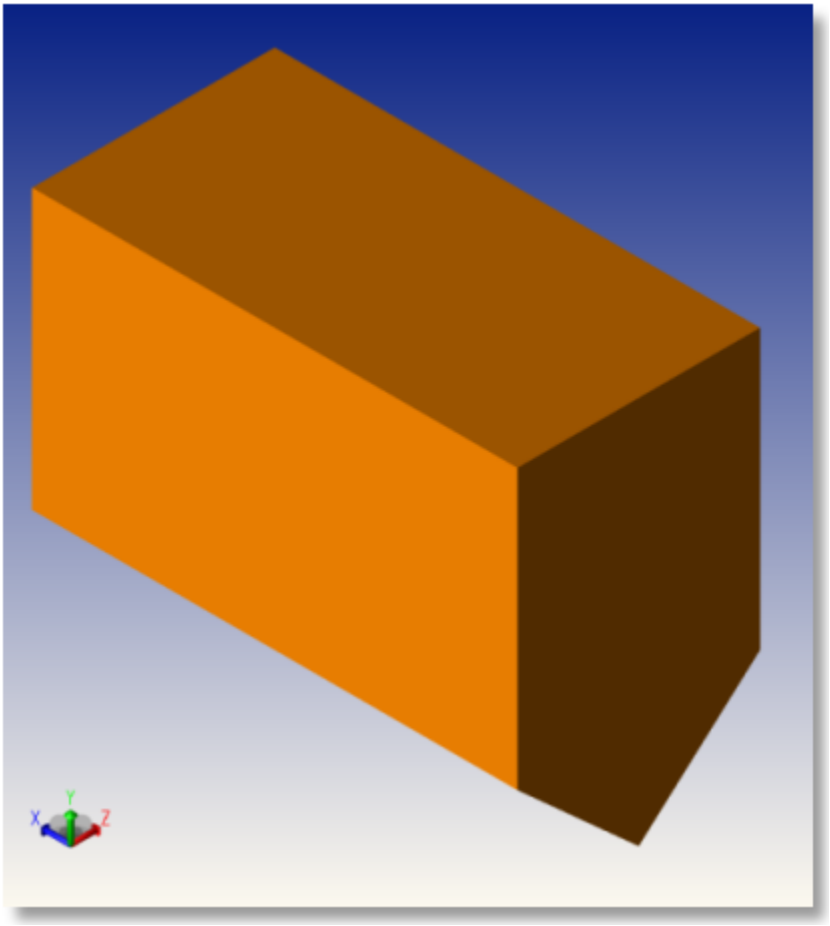


延 Z 轴正方向延伸 20 个单位的五棱柱。

我们知道，最终的棱镜一定是从初始形状中切削出来的三角面。将初始模型五棱柱，以原点为中心，绕 Y 轴旋转 90 度。修改脚本代码如下，并重新构建模型：

```
CONSTANT length, 20
EXTRUDE baseShape,pentagon,0,length
MOVE baseShape, 0,0,-(length/2)
ROTATE baseShape, 90, 0, 1,0
```

将棱柱的凸台深度变量设置成常量，以便随时更改棱柱的长度。该变量作为参数，不需要进行初始化，因为在使用中，相当随意，不需要在 OpticStudio 工作环境下修改。

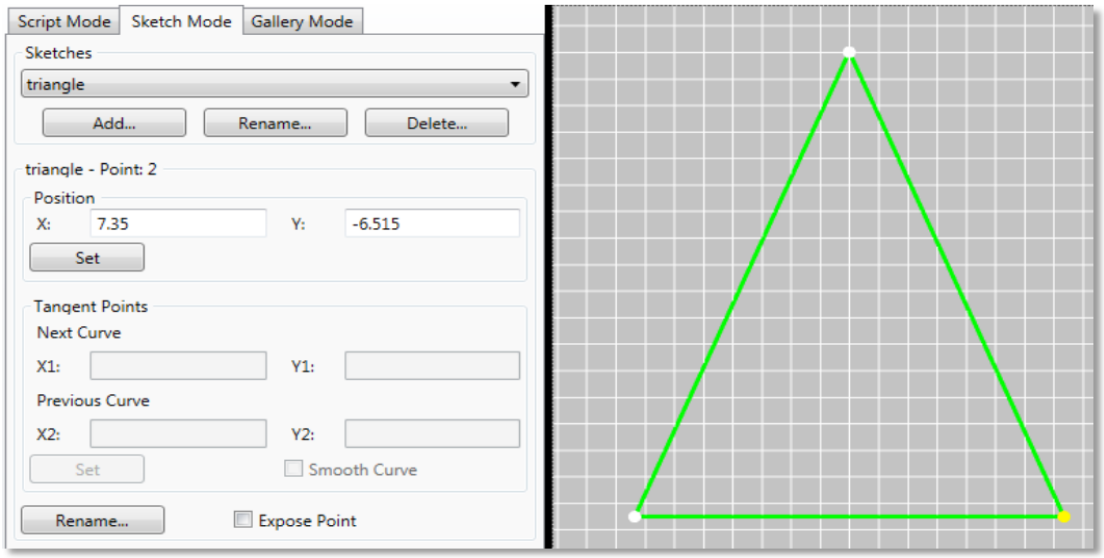


将初始模型旋转，平移，让模型的中心处于原点位置

步骤 2：建立三角面切割

重新进入草图模式，新建新草图，命名为“triangle“。使用直线工具画出下面的点：

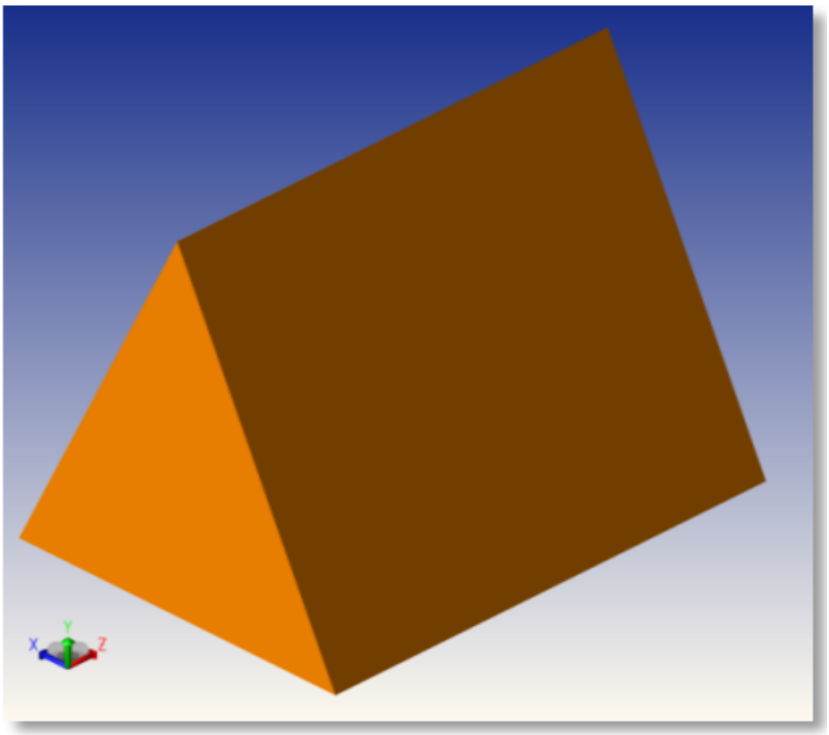
Point 1: (0.000, 11.000)
Point 2: (-7.350, -6.515)
Point 3: (7.350, -6.515)



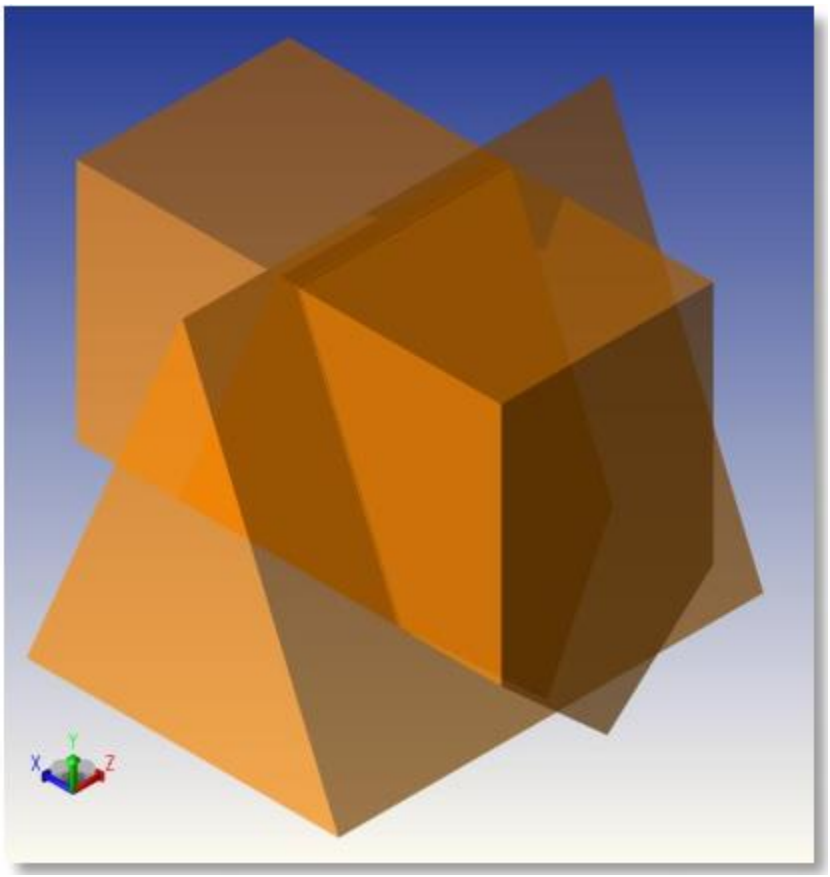
三角面截面控制点的绘制

回到脚本模式，并输入下列代码：

EXTRUDE cut,triangle,0,length



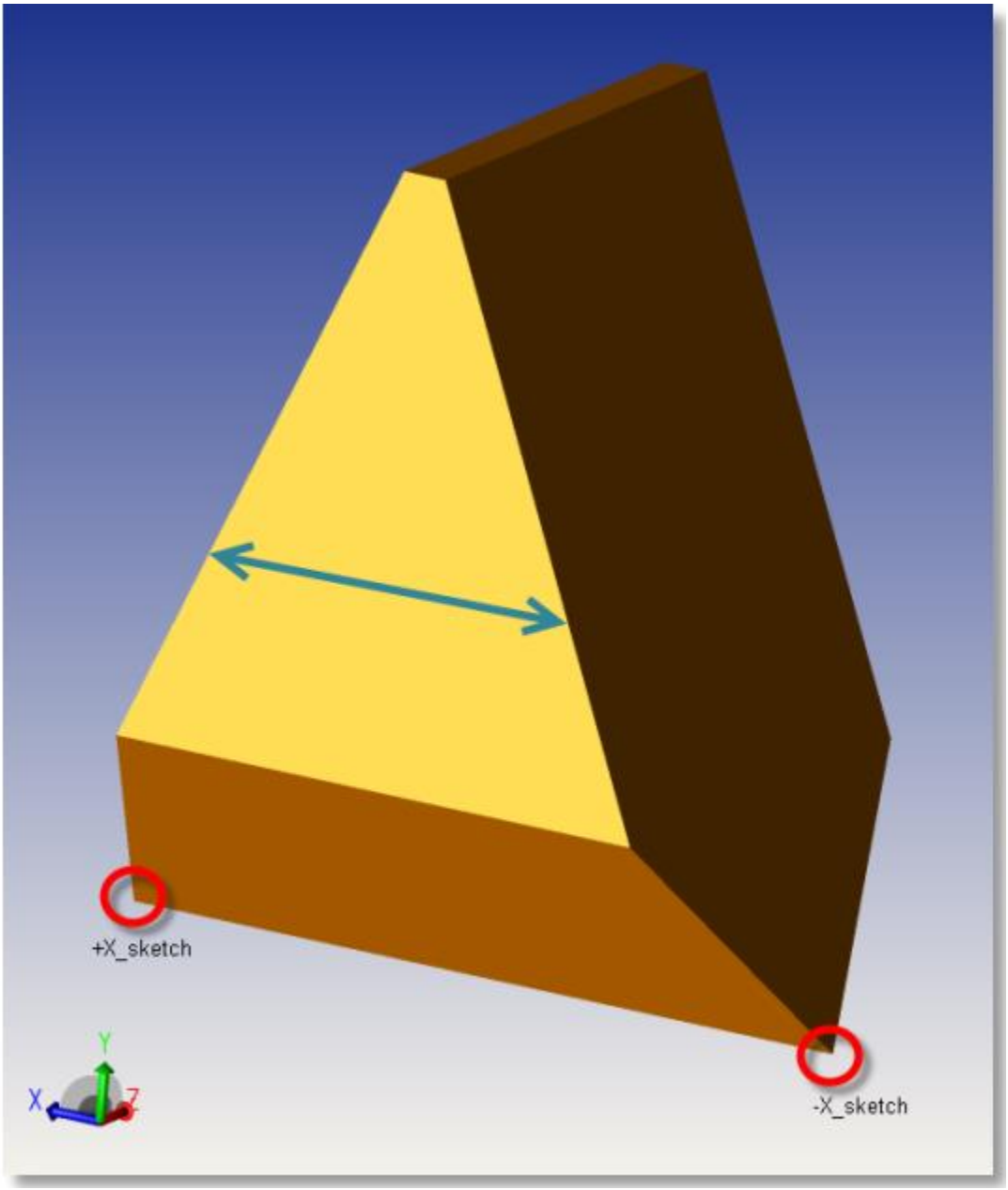
MOVE cut, 0,0,-length/2
OVERLAP final, baseShape, cut



指定长度的三棱柱凸台从五棱柱中间对初始模型进行切割
Schmidt-Pechan Roof 棱镜现在完成了。

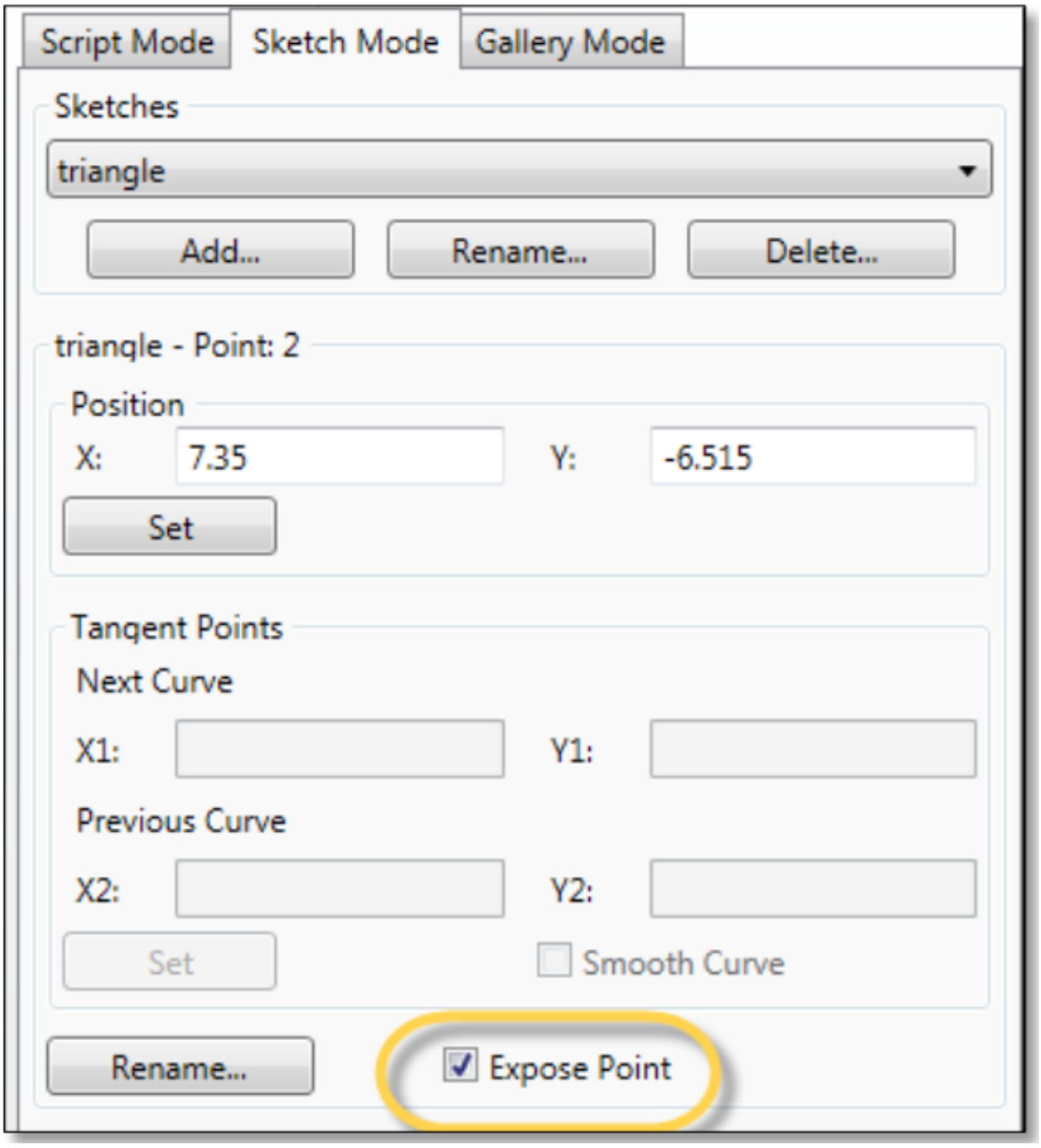
步骤三：使用 OpticStudio 对零件进行优化

根据用户如何使用 **Schmidt-Pechan Roof** 棱镜，这里有几种方法可以优化棱镜。在某些特殊情况下，光从棱镜的一个五边形镜面进入，从另一个面出去。发生这种情况主要是由五棱镜相邻两个镜面的夹角造成的。



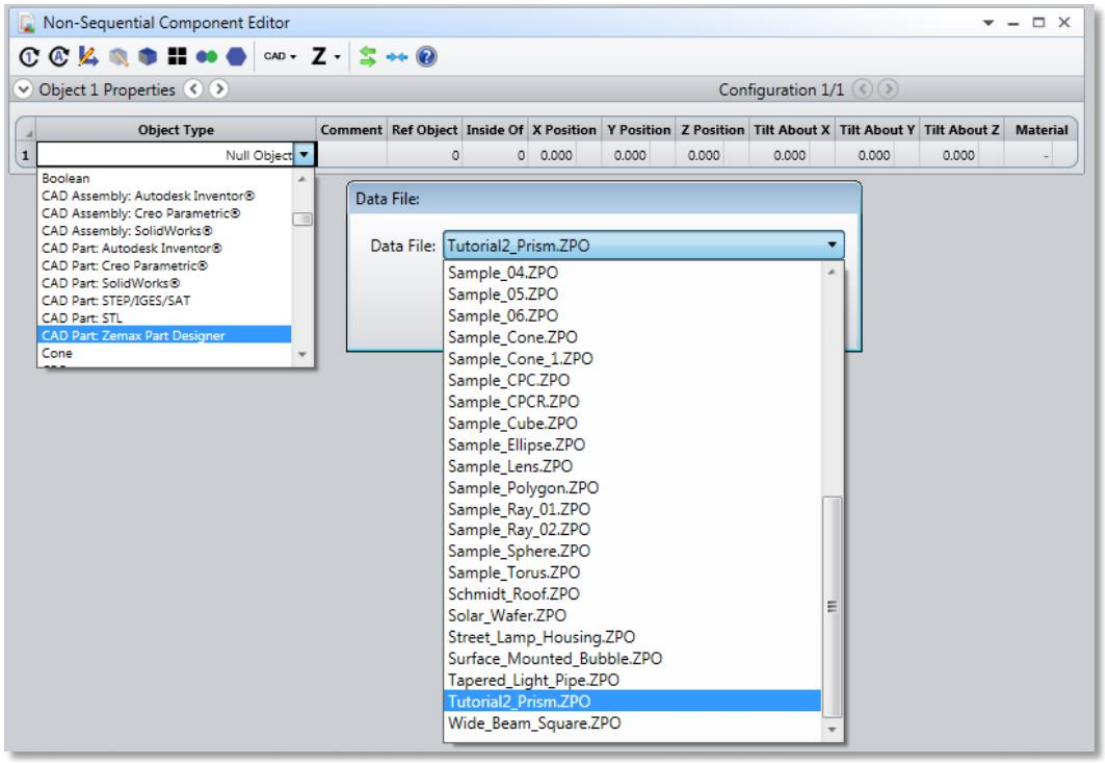
调整红色圆圈的坐标位置可以改变蓝色箭头标记的角度。

OpticStudio 必须能够在 **Figure GGSDA** 中修改上述红色圆圈指定的两个点的位置，才能够增加或减少蓝色箭头标记的角度。返回到 **Sketch Mode** 中，显示（**Expose Points**）这两个点。



将文件保存到“My Documents”-> “Zemax”-> “Objects”->“Part Designer Objects”文件夹中。显然，最后的结果应该与步骤 2 的结果一致。

在非序列组件编辑器中加载该文件，类型为 CAD Part: Zemax Part Designer.

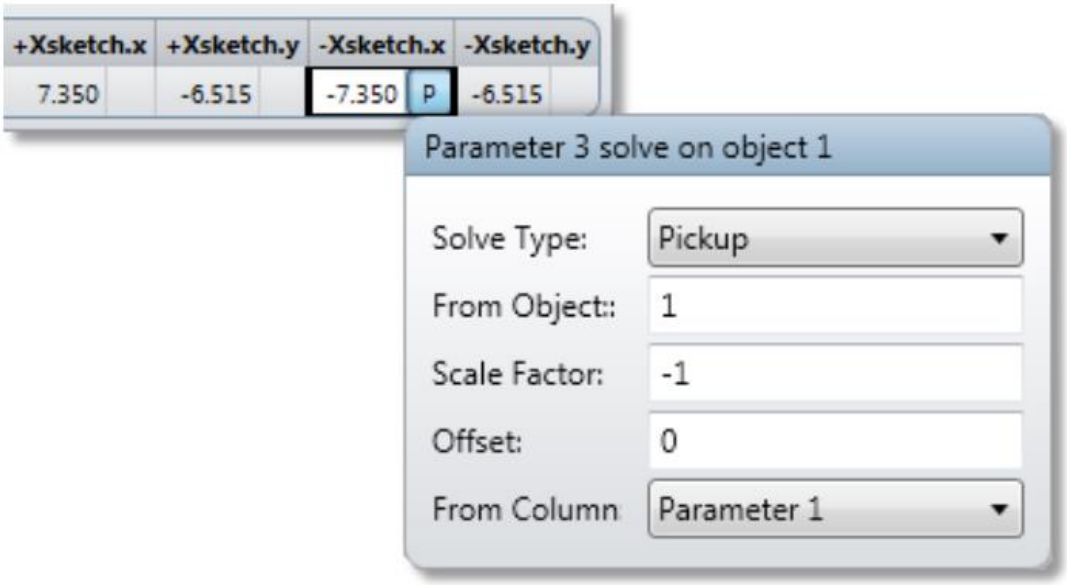


打开文件时，非顺序编辑器应显示 2 个选定显示点的 x、y 坐标。编辑器中的每个值都由 1 个参数表示，因此总共应该出现 4 个变量。



显示的点出现在非序列编辑器中用线框出的位置。在这种情况下，显示点的列名称表示为“+Xsketch”和“-Xsketch”。

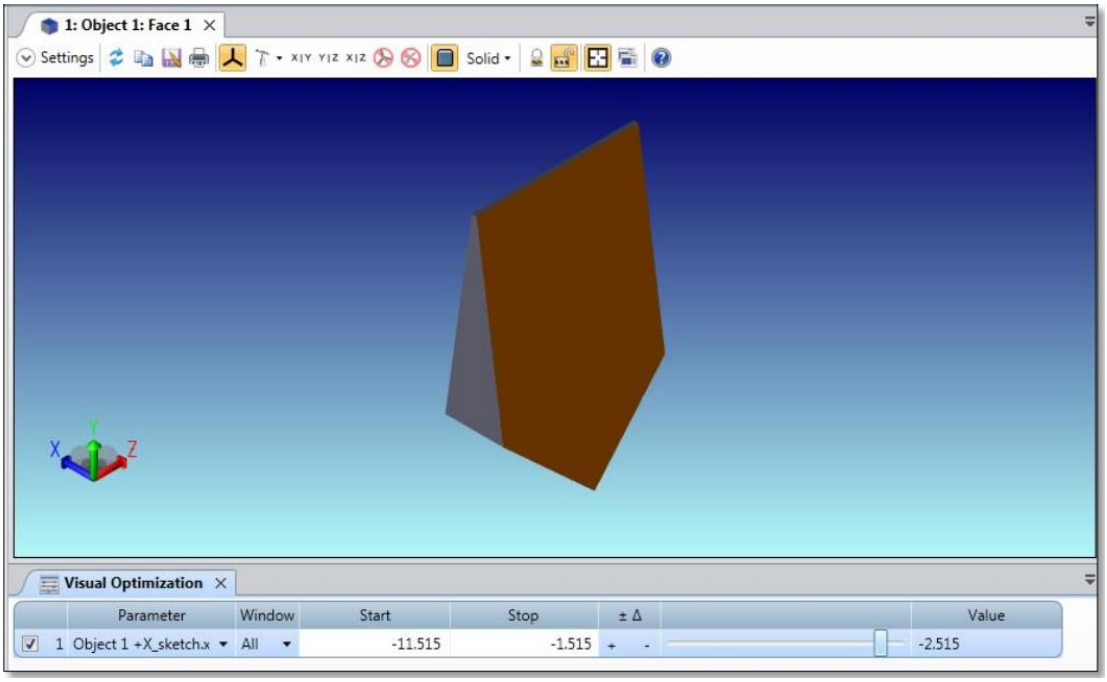
因为三角形的截面是对称的，我们可以对参数 3 (-Xsketch.x) 选择 Solve Type：Pickup（拾取），让它的符号时刻与参数 1 的符号相反。现在修改参数 2，将会导致参数 3 发生绝对值相等，符号相反的数值上的改变。



在参数 3 选择 Solve Type：Pickup，确保 OpticStudio 将该两点调整至对称。

这些控制点的 Y 坐标可以忽略，因为它们将保持不变。最后，参数 1 (+Xsketch.x)要变成变量，以便优化。

在评价函数中作为变量的参数 1 可以进行优化操作。

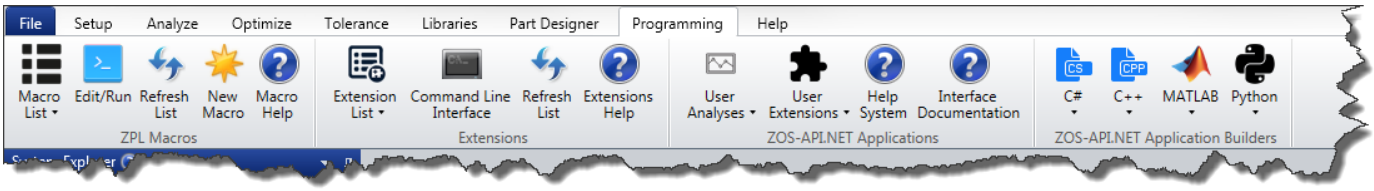


使用可视化优化器 ***Visual Optimizer*** *来调整棱镜的形状外观。*

为了增加棱镜的稳定性，我们可以在评价函数参数中限制一个点的取值范围。这样可以确保创建了一个有效的物理棱镜。

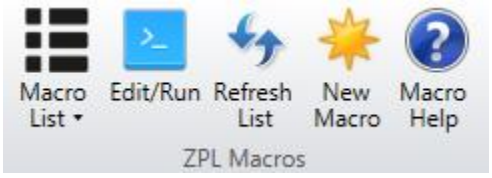
编程选项卡（The Programming Tab）

此菜单用于访问 OpticStudio 的“编程”功能。



ZPL 宏组

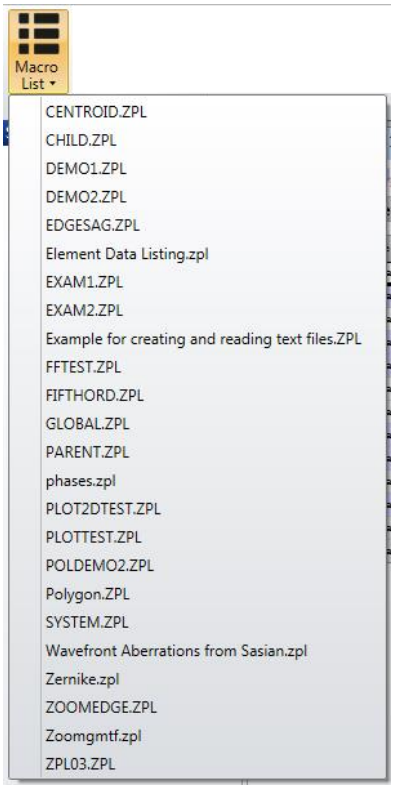
ZPL 宏组是“编程”菜单下的子栏目。



有关更多详情，请参阅关于 ZPL 一节。

宏列表

“宏列表”选项卡位于“编程”菜单的“ZPL 宏”栏目。

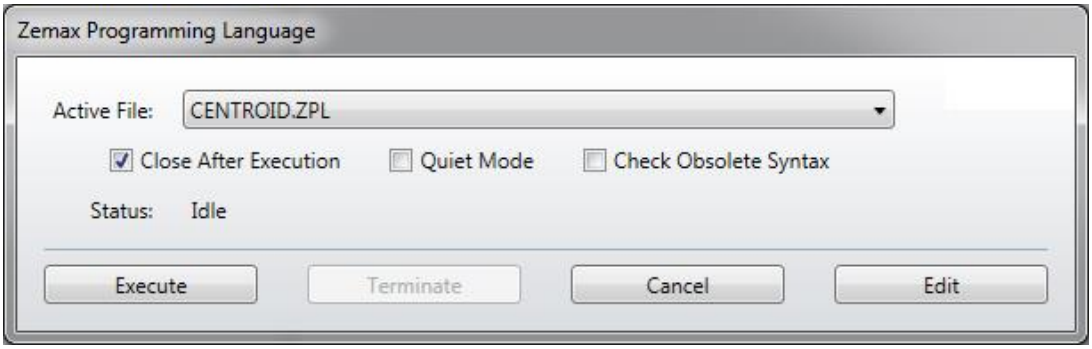


宏列表下拉菜单中显示了当前宏文件夹中所有的 ZPL 宏文件。（参阅“文件夹”）。

单击宏名称，宏将立即执行。

编辑/执行

“编辑/执行”选项卡位于编程菜单中的 ZPL 宏栏目。



此工具可编辑或执行指定的宏。

要执行 ZPL 宏，请在“编程”菜单的“ZPL 宏”栏目中选择“编辑/执行”选项卡，从“当前文件”列表中选择要执行的宏，然后单击“执行”。

Zemax 将开始执行宏。整个宏运行结束后，弹出文本输出窗口，显示“输出”命令结果或者错误提示信息，可使用 CLOSEWINDOW 关键字关闭此输出窗口。

ZPL 控件对话框具有以下选项：

当前文件：可从其下拉菜单列表中选择宏。所有列出的宏都是扩展名以 .ZPL 结尾的文本文件。且文件必须存放在 ZPL 宏文件夹中；请参阅“文件夹”。 也可以存放在宏文件夹中的任何子目录下。

执行后关闭:若勾选，则宏运行完之后，ZPL 控制对话框将自动关闭。

安静模式:若勾选，默认的输出文本窗口将不会显示，可在不需要生成图形的宏中使用。

检查过时语法:若勾选，ZEMAX 将检测宏文本中过时的语法。

状态:在执行宏期间，Zemax 将在此区域输出一个状态信息，显示正在运行的宏行数。状态信息每隔 0.25 秒更新一次。

执行：单击开始执行所选择的宏。

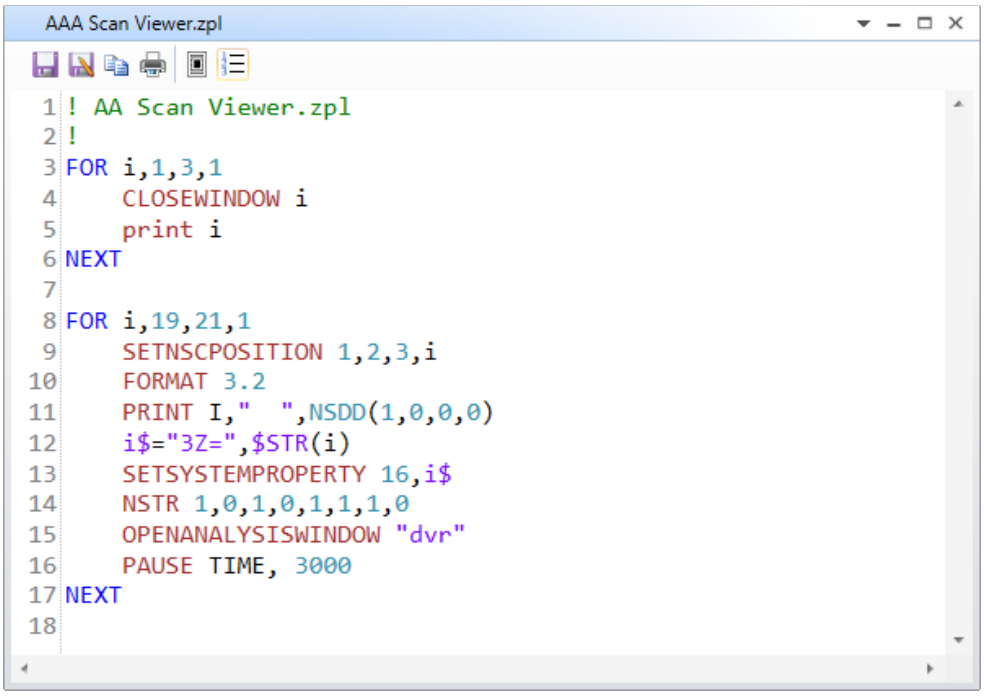
终止：停止执行当前的宏。。

取消：终止当前执行的宏，若当前没有正在执行的宏，则关闭 ZPL 控制对话框。

编辑：调用 OpticStudio 的文本编辑器，可用于修改或重命名宏。在宏文本中，不同 ZPL 语法显示为不同的颜色，如下表所示:

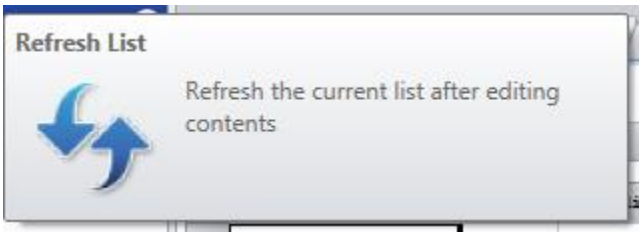
语法分类	颜色
注释	绿 色
字符串	紫 色
数字	浅蓝 色
控制关键字	蓝 色
函数关键字	棕 色
标识符	黑 色

例如，名为 “AAA Scan Viewer”的示例宏的截屏如下图所示：



刷新列表

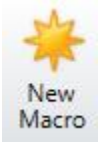
“刷新列表”选项卡位于编程菜单中的 ZPL 宏栏目。



当添加或删除新的宏文件时，可用此工具更新当前宏列表。

新建宏

“新建宏”选项卡位于编程菜单中的 ZPL 宏栏目。



“新建宏”选项卡可打开 一个 ZEMAX 文本编辑器来新建一个 ZPL 宏。创建的宏将自动保存为 *.ZPL 格式，并保存在“宏用户数据”文件夹中。

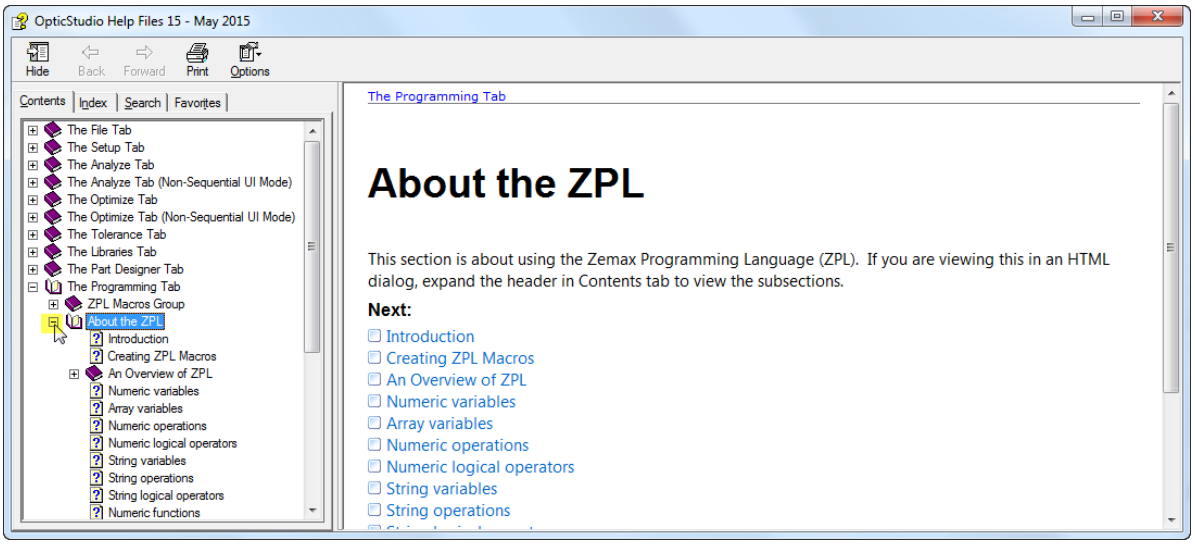
宏帮助

“宏帮助”选项卡位于编程菜单中的 ZPL 宏栏目。



“宏帮助”选项卡打开 HTML OpticStudio 帮助文件中“关于 ZPL”的章节。单击 HTML 窗口中

“关于 ZPL”旁边的“+”展开子目录查看详情。



关于 ZPL

本节介绍如何使用 Zemax 编程语言 (ZPL)。如果在 HTML 对话框中查看“关于 ZPL”，需要在内容选项卡中展开标题来查看相关子目录。

简介

Zemax 编程语言 (ZPL)是一种专门为使用 Zemax 而设计的宏语言。ZPL 提供了自定义扩展的功能。如果用户要构建一个 ZEMAX 内部没有的特殊计算或者图形显示，则可以编写自己的 ZPL 宏来实现。

ZPL 与 BASIC 编程语言类似，不仅支持部分 BASIC 结构体和关键字，而且还增加了光线追迹的特殊语法函数。ZPL 很容易使用，用户参照本章节的介绍以及实例很快就上手。对于外部编程功能，请参阅“关于扩展（About Extensions）”章节。

ZPL 是一种强大的编程语言。虽易于使用，但用户需要自己进行错误检查、代码逻辑调试以及编

程实践。因此，对于如何编写宏代码来执行某项详细的计算，ZEMAX 技术支持不能给出编写意见，只能确保所有的 ZPL 函数和关键字正常运行。如果您需要使用 ZEMAX 宏，但又不想自己编程，您可以随时联系 ZEMAX 技术支持，获得满足要求的自定义程序的开发报价。我们在开发宏程序方面有相当丰富的经验，可以很快编写出您所需要的宏程序。

创建 ZPL 宏

ZPL宏由一系列保存在文本文件中的宏命令组成。宏命令可以是赋值、关键字或注释。详情请参阅“ZEMAX 编程语言”。

要创建 ZPL 宏，最便捷的方法是从自带的宏文件组中选择目标相近的宏进行修改。如果您首次尝试编写宏，您可以参阅本章节末尾的示例文件，或者 ZEMAX 自带的数据文件夹中的宏示例。

可使用任何文本编辑器来创建 ZPL 文件（如记事本编辑器）。ZPL 文件名可自定义，但必须是.ZPL 格式，且文件必须存放在 ZPL 文件夹中，默认是 <data>\Macros。要更改此路径，请参阅“文件夹”。

ZPL 宏的行宽有一定限制，如果出现“行过长 line too long”的错误提示，则需要将一行分成几段更短的行。

ZPL 概述

ZPL宏由一系列保存在文本文件中的宏命令组成。宏命令可以是赋值、关键字或注释。赋值可以是数字或字符串(文本)数据。赋值和关键字都可以用表达式作为变量，只是语法略有不同，如下文所述。

赋值

赋值的一般语法是

```
变量 = (表达式)
```

(表达式) 可以是一个明确的数值（如 5）、已赋值的变量名称或复杂的算术表达式（包含函数、常量和变量）。在所有情况下，等号右侧的表达式进行求值，并将结果赋值给左侧指定的变量。

赋值最简单的形式是表达式为一个固定值，例如：

```
x = 5
```

需注意：首先，表达式之前不需要声明变量，也就是说在将固定值 5 赋值给变量“x”之前，x 不一定要存在。如果之前“x”已被赋予某个值，那么现在将被重新赋值。其次，表达式结尾不需要特殊终止符（如 C 语言中的“;”）。因此，每条 ZPL 命令必须独占一行。

以下是赋值表达式的示例：

```
x = SQRT(5)
y = SINE(x)
z = SQRT(x+5*(7-x))
```

ZPL 中的“数值函数”中定义了许多内置函数，如 SQRT（平方根）和 SINE（正弦）。注意：ZPL 不区分大小写，SQRT() 和 sqrt() 是同一个函数。

ZPL 中内置了函数 SQRT（平方根）和 SINE（正弦）。还有很多这样的函数，均在“数字函数”中定义。请注意，ZPL 不区分大小写；SQRT() 和 sqrt() 是同一个函数。本文中所有函数和关键字为大写字母，其它内容均为小写。

关于字符串赋值，请参阅“字符串变量”一节。

关键字

关键字的一般语法是

```
KEYWORD 变量 1, 变量 2, 变量 3...
```

某些关键字没有变量，某些关键字则有多个变量。变量可以是数值表达式，也可以是字符串常量或字符串变量。某些关键字可混合使用数值和字符串变量。

以关键字 PRINT 为例，PRINT 之后跟随输出项目列表，用逗号隔开。例如，ZPL 宏命令如下所示：

```
x = 3 y = 4
z = SQRT(x * x + y * y) PRINT "The hypotenuse is ",z
```

将输出以下内容：

```
The hypotenuse is 5.0000
```

需注意，ZPL 运算符具有优先级。ZPL 优先级从高到底依次为：括号、函数（如 SQRT）、逻辑运算符（如 ==）、乘除法，最后是加减法。

关键字有很多，均在“关键字”一节中进行了详细描述。

注释

在 ZPL 宏中有 3 种方法来添加注释：第 1 是以关键字 REM 开始的一行，第 2 是以“!”符号开始的一行，第 3 是在行中的任何位置输入“#”符号，且“#”符号不在字符串内。宏的任何位置均可添加空白行。如下所示为添加注释的 3 个示例：

```
REM this is a remark
!This is also a remark
x = 5 # The # symbol allows comments on the same line as a valid command
```

通过注释，用户可以很轻松地了解和修改宏，并且对宏的正常执行没有任何影响。

创建图形

ZPL 宏中有一些函数用于生成图形，包括 GRAPHICS、GTEXT、GLEN- SNAME 等等。有关更多详情，请参阅“图形”一节。也可以简单地使用关键字“PLOT”和“PLOT2D”生成 ZEMAX 2D 图形，详情请参阅“PLOT”和“PLOT2D”。

数值变量

变量可为未知数值提供临时存储空间，其具体数值将在宏执行时被定义。在您需要一个新的变量时，Zemax 将为您执行大部分工作。例如，如下所示命令：

```
x = 5
```

Zemax 将为新变量“x”分配内存，并记录与之相关的值。一旦定义了变量，便可以在后续表达式中使用。使用 ZPL 变量时有以下规则：

变量名不能包含任何 ZPL 逻辑运算符或界定的特殊字符，如 (、)、=、+、-、*、/、!、>、<、^、&、|、#、" 以及空格字符。

变量名不能与关键字或函数重名，比如 THIC 或 RAYX。由于 ZPL 不区分大小写，因此也不能使用 Thic 或 rayX 来替换。

每个变量名长度限制在 28 个字符内。

所有 ZPL 数值变量均以 64 位双精度数值存储。

数组变量

数组变量可以是一维或者多维数组，其数值可以是双精度或者整数。不同于数值变量，数组变量必须提前定义才能使用。定义的语法为：

```
DECLARE 名称, 类型, 维数, 维度 1 [, 维度 2 [, 维度 3 [, 维度 4] 等等.]]
```

名称可以是任意如前文所述的合法变量名。类型必须是 DOUBLE 或 INTEGER，指定该数组变量的类型。整数值“维数”定义了该数组的维数，而非大小，并且必须在 1 到 4 之间，包括 1 和 4。整数“维度 1”、“维度 2”等等定义了该数组的大小。需注意，数组变量从索引 1 开始，因此对于大小为 10 的数组，其有效索引是从 1 到 10。

可以在宏的任何位置定义数组变量，不需要在宏的开始位置声明。可用关键字 RELEASE 释放数组变量的相关内存。其语法为：

```
RELEASE 名称
```

关键字 RELEASE 命令可写可不写，因为在宏终止后，将自动释放声明变量的相关内存。但是，如果只是在宏执行的某一部分中需要大型数组，则关键字 RELEASE 对于节省内存很有用。

数组变量的赋值语法为：

```
名称 (index1, index2, ...) = 值
```

可以使用相同的基本语法来检索数组中存储的值：

```
值 = 名称 (index1, index2, ...)
```

以下示例代码定义了一个二维数组变量，对每个元素进行赋值，并输出数组变量值，然后释放数组的内存：

```
DECLARE Z, DOUBLE, 2, 5, 5
FOR i, 1, 5, 1
      FOR j, 1, 5, 1
            Z(i, j) = i + j
```

```
      NEXT j
NEXT i

FORMAT 8.0 k = 0
FOR i, 1, 5, 1
      FOR j, 1, 5, 1
            PRINT k, i, j, Z(i,j)
      k = k + 1
      NEXT j
NEXT i

RELEASE Z
```

数值运算符

ZPL 宏支持基本数值运算，比如加减乘除。其语法如下所示。

```
x = y + z
x = y - z
x = y * z
x = y / z
```

ZPL 宏所有其它的运算只能通过使用数值函数或数值逻辑运算符来实现，这些将在后续章节中进行描述。

数值逻辑运算符

逻辑运算符用于构造复杂命令，命令结果为 1 或 0。大部分逻辑运算符采用(左表达式) (运算符) (右表达式)格式，类似于算术表达式，比如 1 + 2。不过，非运算符“!”除外，非运算符仅使用单个变量，格式是 ! (右表达式)。逻辑运算符使用时规定：0 表示“假”，任何非 0 值均表示“真”。如果 (右表达式) 为 0 (假)，则非运算符返回 1 (真)，如果(右表达式) 为 非 0 (真)，则非运算符返回 0 (假)。非运算符常用于 IF 命令中，比如：

```
IF !x THEN PRINT "x is zero."
```

IF 命令中的量也可以使用其它逻辑运算符。例如，IF 命令可能包含两个条件，这两个条件必须均成立才能执行 THEN 命令：

```
IF (x > 1)& (y < 2) THEN PRINT "Both conditions are true."
```

这两个条件通过逻辑“与”表达式（用 & 表示）来关联。需注意，圆括号优先级更高。ZPL 中的数值逻辑运算符如下表所述：

数值逻辑运算符

逻辑运算符	说明
&	与，仅当两个表达式均为非 0 时返回 1。
|	或，如果至少一个表达式为非 0，则返回 1。
^	异或，如果仅一个表达式为非 0，则返回 1。
!	非，如果 (右表达式) 为非 0，则返回 0，否则返回 1。
==	等于，如果表达式相等，则返回 1。
>	大于，如果左表达式大于右表达式，则返回 1。
<	小于，如果左表达式小于右表达式，则返回 1。
>=	大于等于，如果左表达式大于等于右表达式，则返回 1。
<=	小于等于，如果左表达式小于等于右表达式，则返回 1。
!=	不等关系，如果两边表达式不相等，则返回 1。

字符串变量

ZPL 支持字符串变量和基本字符串运算。字符串变量最多可以包含 360 个字符。字符串变量不需要声明，可以随时使用赋值命令创建，比如：

```
newstring$ = "Here is the new string"
```

需注意，字符串变量与数值变量的区别在于，字符串变量的末尾有 $ 字符。

ZPL 也支持字符串函数，可用于提取文本数据，比如

```
title$ = $LENSNAME()
```

需注意，函数 $LENSTITLE() 是以 $ 字符开头。表明此函数返回字符串结果。

字符串运算符

可以使用“ + ”运算符来合并字符串变量。其语法为：

```
C$ = A$ + B$
```

合并运算中可包含字符串常量：

```
total$ = "A$ is " + A$ + " and B$ is " + B$
```

可以在定义命令中使用字符串函数，比如

```
this$ = "Here is the lens title: " + $LENSNAME()
```

字符串变量可以像其他字符串一样用“PRINT”输出：

```
PRINT "Here is A$: ", A$
```

需注意，PRINT 函数只能输出单个字符串变量；在输出命令中不能使用合并运算或字符串函数。可先将字符串合并到新的字符串中，然后再输出此新的字符串：

```
A$ = B$ + C$
PRINT A$
```

或者用逗号进行合并运算：

```
PRINT A$, B$, C$
```

ZPL 不能直接输出字符串函数，比如：

```
PRINT $LENSNAME() !这不正确!!!
```

可先将字符串函数结果赋给某个变量，然后再输出此变量：

```
Z$ = $LENSNAME()
PRINT Z$
```

字符串逻辑运算符

字符串逻辑运算符与数值逻辑运算符类似。主要区别在于，参与比较的表达式是字符串，而不是数值。ZPL 中定义字符串逻辑运算符如下表所示：

字符串逻辑运算符

逻辑	描述
$==	等于，如果 左边的字符串和右边的字符串相同，则返回 1。
$>	大于，如果左边的字符串大于右边的字符串，则返回 1。
$<	小于，如果左边的字符串小于右边的字符串，则返回 1。
$>=	大于等于，如果左边的字符串大于等于右边的字符串，则返回 1。
$<=	小于等于，如果左边的字符串小于等于右边的字符串，则返回 1。
$!=	不等于，如果左边的字符串和右边的字符串不相同，则返回 1。

例如，用 IF 命令对字符串进行逻辑运算，如下所示：

```
A$ = "TEST"
BS = "TEST"
IF (A$ $== B$) THEN PRINT "Strings are identical."
```

数值函数

数值函数可以作为数值变量赋值命令的右侧表达式，也可以作为关键字中的变量表达式。数值函数可能不需要变量，也可能需要一个或多个变量。所有的函数均返回单个值。某些函数（如表示主波长的 PWAV()）返回的值与变量无关，因此不需要提供变量，但圆括号仍然需要的。

下表中列出了所有 ZPL 数值 函数。如果函数语法为 FUNC()形式，则表示不需要变量。FUNC(x) 表示需要一个变量，FUNC(x,y) 表示需要两个变量，以此类推。

ZPL 函数列表

函数	变量	返回值
ABSO(x)	数值表达式	表达式的绝对值。
ACOS(x)	数值表达式	反余弦（以弧度为单位）。
APMN(x)	有效的表面编号	最小半径值。对于支撑杆(星形)孔径，表示臂的宽度。对于矩形和椭圆形孔径，表示孔径的 X-半宽。
APMX(x)	有效的表面编号	最大半径值。对于支撑杆(星形)孔径，表示臂的数量。对于矩形和椭圆形孔径，这是孔径的 Y-半宽。
APOI(px, py)	归一化光瞳坐标	光线在指定光瞳坐标上的高斯分布因子。
APXD(x)	有效的表面编号	孔径偏心（X）值。
APYD(x)	有效的表面编号	孔径偏心 (Y) 值。
APTP(x)	有效的表面编号	整数代码，用于描述指定表面上的孔径类型。
ASIN(x)	数值表达式	反正弦（以弧度为单位）。
ASPR()	（空）	当前显示图形的纵横比。
ATAN(x)	数值表达式	反正切（以弧度为单位）。

ATYP()	（空）	系统孔径类型代码：0 表示 EPD，1 表示 F/#，2 表示 NA，3 表示光阑尺寸浮动。
AVAL()	（空）	系统孔径值。
CALD(i)	索引	返回调用宏(CALLMACRO)缓冲区中指定索引处的数值。请参阅“从宏中调用宏”
CONF()	（空）	返回当前结构组态的编号，介于 1 和总的多重结构数之间，包括首尾值。
CONI(x)	有效的表面编号	指定表面的圆锥系数。
COSI(x)	以弧度为单位的数值表达式	表达式的余弦。
CURV(x)	有效的表面编号	指定表面的曲率。
EDGE(x)	有效的表面编号	指定表面当前半口径对应的边缘厚度。
EOFF()	（空）	文件结束标志。如果到达文件结尾，则返回 1，否则返回 0。仅在执行了关键字 READ 之后才有效。
ETIM()	（空）	从上个 TIMER 开始所经过的时间（以秒为单位）。
EXPE(x)	数值表达式	e 的表达式次幂。
EXPT(x)	数值表达式	10 的表达式次幂。
FICL(vec#)	矢量编号，在 1 到 4 之间，包括首尾值。	光纤耦合效率。请参阅“使用 FICL() 函数”。
FLDX(x)	有效的视场编号	指定视场的 X 角度或高度。
FLDY(x)	有效的视场编号	指定视场的 Y 角度或高度。
FTYP()	（空）	如果当前视场类型是角度（以度数为单位），则返回 0；如果是物高，则返回 1；如果是近轴像高，则返回 2；如果是实际像高，则返回 3；如果是经纬角，则返回 4。高度单位是镜头单位。

FVAN(x)	有效的视场编号	指定视场的渐晕角。
FVCX(x), FVCY(x)	有效的视场编号	指定视场 x 或 y 方向的渐晕压缩因子。
FVDX(x), FVDY(x)	有效的视场编号	指定视场 x 或 y 方向的渐晕偏心因子。
FWGT(x)	有效的视场编号	指定视场的权重。
GABB(x)	有效的表面编号	指定表面材料的阿贝数。
GAUS(x)	标准偏差	从高斯分布、0 均值及指定的标准偏差中返回一个随机值
GETT(窗 口, 行, 列)	要提取的数值的窗口编号、行编号以及列编号。列由空格分隔。	从任何打开的文本窗口中提取数值。可对 Zemax 窗口中显示的任何值进行计算。此函数假定句点(.)为小数点分隔符。要使用 Windows 设置中定义的小数分点隔符，请使用 GETL()。
GETL(窗 口, 行, 列)	要提取数值的窗口编号、行编号以及列编号。列由空格分隔。	从任何打开的文本窗口中提取数值。可对 Zemax 窗口中显示的任何值进行计算。此函数使用 Windows 的“区域和语言”设置中定义的小数点分隔符。也可参阅 GETT()。
GIND(x)	有效的表面编号	指定表面材料 的 d 光折射率。
GLCA(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局坐标下的 x 矢量
GLCB(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局坐标下的 y 矢量
GLCC(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局坐标下的 z 矢量
GLCM(表 面, 项)	“表面”必须是有效的表面编号，“项”是介于 1 到 12 之间的整数。	如果“项”等于 1 到 9，则返回值为 R11、R12、R13、R21、R22、R23、R31、R32 或 R33。如果“项”等于 10 到 12，则返回值为全局偏移矢量的 x、y 或 z 分量。请参阅“全局坐标参考面”。
GLCX(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局坐标下的 x 坐标。

GLCY(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局坐标下的 y 坐标。
GLCZ(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局坐标下的 z 坐标。
GNUM(A$)	任何字符串变量名称	如果 A$是有效的玻璃名称，如 BK7，则 GNUM 返回玻璃库中对应玻璃的编号。该编号可供关键字“设置表面类型(SETSURFACEPROPERTY)”使用，用于定义某个表面的玻璃类型。如果 A$ 没有对应库中的任何玻璃，则 GNUM 返回 0。如果 A$是“MIRROR“，则 GNUM 返回 -1。
GPAR(x)	有效的表面编号	指定表面材料的色散系数。
GRIN(s, w, x, y, z)	表面编号#、波长编号# 以及 x、y 和 z 坐标	返回在波长编号 w 下，指定表面 s 上对应 x、y、z 坐标点的折射率。对梯度折射率介质和非梯度折射率介质均有效。
GTEM(代码)	对于复选框值，使用玻璃替代模板的代码为 0，排除数据不全玻璃的代码为 1，标准的代码为 11，首选的代码为 12，过时的代码为 13，特殊的代码为 14，使用相对成本、CR、FR、SR、AR 和 PR 的代码分别为 21-26。对于数值，使用相对成本、CR、FR、SR、AR 和 PR 的代码分别为 31-36。	返回玻璃替代模板中的数据。复选框返回 0 表示 false（未选中），返回任何非 0 值表示 true（选中）。
IMAE(种子)	种子数据值	返回几何图像分析效率。请参阅详述“几何图像分析”。如果种子为 0，则每次调用 IMAE 时都将使用相同的随机数。如果种子不为 0，则每次调用 IMAE 时都将使用唯一的随机数。
INDX(表面)	有效的表面编号	主波长的折射率。请参阅 ISMS。
INTE(x)	数值表达式	返回不大于变量的最大整数。

ISMS(表面)	有效的表面编号	如果指定表面是第奇数个镜面，或者其之后的非镜面，则返回 1，否则返回 0。
LOGE(x)	正数值表达式	以 e 为底的表达式的对数（$\ln(x)$）。
LOGT(x)	正数值表达式	以 10 为底的表达式的对数（$\lg(x)$）。
LOST(代码)	“代码”是 1 或 2，1 可表示由于错误而损耗的能量，2 表示由于阈值而损耗的能量。	在最新 NSTR 非序列光线追迹之后损耗的能量。
LVAL(A$)	任何字符串变量名称	字符串值。返回字符串 A$ 的浮点值，采用当前用户语言设置来表示字符串的小数分隔符。另请参阅 SVAL。
MAGN(x,y)	x 和 y 可以是任何实数	计算 x 平方与 y 平方之和的平方根。($\sqrt{x^2+y^2}$)
MAXF()	（空）	最大径向视场角度（以度为单位）或者径向物高或像高（以镜头单位表示）。返回值取决于视场是按照角度、物高还是像高来定义的。
MAXG()	（空）	当前载入的玻璃数量。
MCON(行,结构, 数据)	从多重结构编辑器提取行（操作数编号）、结构编号和需要从多重结构编辑器中提取的数据值。	提取多重结构编辑器中不同结构不同操作数对应的数据值。类似于 MCOP，但 MCOP 具有提取数据的扩展功能。 如果行号（row）和结构编号(config)均为 0，数据（data）值为 0、1 和 2 时 MCON 分别返回操作数数量、结构数量和当前结构编号。 如果行号（row）介于 1 和总操作数数量之间，结构编号(config)为 0，数据（data）值为 0 到 4 时，MCON 分别返回指定操作数类型，整数 1，整数 2，整数 3 和字符串标志。其中 3 个整数值分别对应不同操作数的不同参数，例如表面和波长编号。 如果操作数数据是字符串值（如玻璃名称），则字符串标志是 1，如果操作数数据是数值，则字

		符串标志 0。 如果行号（row）介于 1 和总操作数数量之间，结构编号(config)为有效的结构编号，数据（data）值为 0，则 MCON 返回对应操作数数值或字符串数据。 需注意，在调用 MCON 之后，MCON 返回的所有字符串数据必须通过 $buffer 命令来提取。例如，以下代码示例将把操作数名称存放在字符串 a$ 中的第一行： dummy = MCON(1, 0, 0) a$ = $buffer() 另请参阅关键字 SETMCOPERAND。
MCOP(行,结构)	多重结构编辑器的行（操作数编号）和结构编号。	提取多重结构编辑器中不同结构不同操作数对应的数据值。结构编号 0 表示当前结构。另请参阅关键字 SETMCOPERAND。
MFCN()	（空）	MFCN 更新镜头数据，使评价函数生效，更新评价函数，然后返回当前评价函数值。请参阅 OPER。
NCON()	（空）	返回多重结构的数量。
NFLD()	（空）	返回已定义视场的数量。
NOBJ(表面)	有效的非序列表面编号	返回非序列表面中已定义物体的数量。
NPAR(表　面, 物体, 参数)	“表面”是表面编号，“物体”是物体编号，“参数” 是要返回值的参数编号。	返回非序列元件编辑器中，指定物体对应参数的值。请参阅“SETNSCPARAMETER”。
NPOS(表　面, 物体, 代码)	“表面”是表面编号，“物体”是物体编号，“代码” 1 到 6，分别对应要返回的参考物体的 x、y、z、x 倾斜、y 倾斜和 z 倾斜。	返回非序列元件编辑器中位置列中的值。请参阅“SETNSCPOSITION”。
NPRO(表　面,	“表面”是表面编号，“物	返回在非序列元件编辑器中定义物体的属性页中

物体, 代码, 面)	体”是物体编号，“代码”的值为关键字 SETNSCPROPERTY 定义的值，“面”是指定物体的面编号。	的数值或字符串值。更多代码值的信息，请参阅“SETNSCPROPERTY”。调用该函数返回字符串数据之后，可用 $buffer() 函数提取字符串值。例如，若要从 NSC 表面 2 中提取物体 5 的注释列，可使用以下两个命令： dummy = NPRO(2, 5, 1, 0) a$ = $buffer() 此时 dummy 值可以忽略，字符串变量 a$ 已包含了物体注释。
NSDC(表面, 物体, 像素, 数据)	“表面”值表示非序列组件的表面编号。物体编号表示所需的探测器。“像素”表示返回指定像素的值。“数据”为 0 表示实部，1 表示虚部，2 表示振幅，3 表示相干强度。 另请参阅“NSTR”。	如果物体编号对应的是矩形探测器，则返回指定像素上的相干强度数据。相干强度数据对所有入射光线进行计算，包含 4 个数字组成：实部、虚部、幅度和相干强度。 如果像素编号为 0，则返回探测器上所有像素数据的总和。
NSDD(表面, 物体, 像素, 数据)	“表面”值表示非序列组件的表面编号。 物体编号表示所需的探测器。 请参阅右侧的详述内容，了解有关变量“像素”和“数据”的详细信息。 另请参阅“NSTR”。	如果物体编号为 0，则函数会清除所有探测器数据，并且返回0。如果物体编号小于0，则函数会清除该物体编号的绝对值定义的探测器数据，并且返回 0。 如果物体编号对应于矩形探测器、表面探测器或体探测器，则返回指定像素中的非相干强度数据。 有关变量“像素”和“数据”的完整详述，请参阅优化操作数“NSDD”。该 ZPL 函数中“像素”和“数据”变量的定义与 NSDD 优化操作数相同。 与优化操作数 NSDD 不同的是，该函数不支持忽略指定#变量值，并且假定忽略#值始终为 0。
NSDE(表面, 物体, 像素, 角度, 数据，波	“表面”值表示非序列组件的表面编号。 物体编号表示所需的探测器。	如果物体编号为 0，则函数会清除所有探测器数据，并且返回0。如果物体编号小于0，则函数会清除该物体编号的绝对值定义的探测器数据，并

长)	请参阅右侧的详述内容，了解有关变量“像素”、“角度”、“数据”和“波长”的详细信息。 另请参阅“NSTR”。	且返回 0。 如果物体编号对应于颜色探测器，则返回指定像素上的数据。 有关变量“像素”、“角度”、“数据”和“波长”的完整详述，请参阅优化操作“NSDD”。该 ZPL 函数中像素、角度、数据和波长变量的定义与 NSDD 优化操作数相同。 与优化操作数 NSDD 不同的是，该函数不支持忽略指定#变量值，并且假定忽略#值始终为 0。
NSDP(表　面, 物体, 像素, 数据)	“表面”值表示非序列组件的表面编号。 物体编号表示所需的探测器。 请参阅右侧的详述内容，了解有关变量“像素”和“数据”的详细信息。 另请参阅“NSTR”。	如果物体编号为 0，则函数会清除所有探测器数据，并且返回 0。如果物体编号小于 0，则函数会清除该物体编号的绝对值定义的探测器数据，并且返回 0。 如果物体编号对应于极坐标探测器，则返回指定像素上的数据。 有关像素和数据变量的完整描述，请参阅优化操作数“NSDP”。 该 ZPL 函数中“像素”和“数据”变量的定义与 NSDD 优化操作数相同。
NSUR()	（空）	已定义的表面数量。
NWAV()	（空）	已定义的波长数量。
OBJC(A$)	任何字符串变量名	含注释的物体。返回注释与字符串 A$内容相同的第一个非序列物体编号，不区分大小写。如果没有 NSC 物体注释与 A$相同，则返回 -1。
OCOD(A$)	Zemax 优化操作数的任何字符串变量或文本名称。	用作 OPEV 函数的优化操作数代码编号。
ONUM(A$)	任何字符串变量名	如果字符串 A$ 是一个有效的优化操作数名称，如 EFFL，则 ONUM 返回操作数的 ID 号。该操作数 ID 号随后可由 SETOPERAND 使用，用于在评价函数编辑器中设置操作数类型。如果 A$ 不对应任何优化操作数名称，则 ONUM 返回 0。

OPDC()	（空）	光程差。仅在 调用 RAYTRACE 之后有效。如果无法追迹主光线，则 OPDC 不会返回有效数据。RAYTRACEX 不支持 OPDC。
OPER(行, 列)	评价函数编辑器的行（操作数编号）和列（数据类型）。	提取来自评价函数编辑器的任何行和列对应的数据。行与操作数编号相同；列为 1 表示类型，2 表示整数 1，3 表示整数 2，4 到 7 表示数据 1 到数据 4，8 表示目标值，9 表示权重，10 表示当前值，11 表示贡献百分比，12 和 13 分别表示数据 5 和数据 6。 可使用列编号 2 来获取 BLNK 操作数中的注释，注释随后将置于字符串缓冲区。例如，要获取第 1 行中的注释，可用如下命令： dummy = OPER(1,2) a$ = $buffer() 此时 dummy 值可以忽略，字符串变量 a$ 已包含了第一行中的注释。 OPER 不会更新镜头数据或评价函数，只返回当前数据。另请参阅 OPEV、MFCN 和关键字 SETOPERAND。
OPEV(代 码, 整数 1, 整数 2, 数据 1, 数据 2, 数据 3, 数据 4)	“代码”是优化操作数代码（参阅函数 OCOD），“整数 1”和“整数 2”以及数据 1 到数据 4 是操作数的定义值。详情请参阅“优化操作数”。	计算的值与任何优化操作数计算的值相同，但不需要将操作数添加到评价函数中。可用于计算已通过优化操作数获得的数值。例如，要通过 EFFL 操作数来计算 EFL，请使用以下代码： C = OCOD("EFFL") E = OPEV(C, 0, 1, 0, 0, 0, 0) 另请参阅 OPER、OCOD、MFCN 和关键字 SETOPERAND。 一些优化操作数（如 OPGT）只有和其他操作数一起使用才有效。OPEV 仅对不取决于先前操作数的操作数有效。另请参阅下面的 OPEW。
OPEW(代 码, 整数 1, 整数 2,	“代码”是优化操作数代码（参阅函数 OCOD），“整数	该函数与 OPEV 相似，关键区别是 OPEW 支持两个额外的变量。某些优化操作数最多使用 6 个

数据 1, 数据 2, 数据 3, 数据 4, 数据 5, 数据 6)	1”和“整数 2”以及数据 1 到数据 6 是优化操作数的定义值。详情请参阅“优化操作数”。	数据值，而非 4 个。
OPTH(x)	有效的表面编号	沿光线到指定表面的光程长度。不同于 RAYT 和 RAYO，OPTH 考虑衍射表面的相位（如光栅、全息图和二元光学面）。仅在 调用 RAYTRACE 之后有效。如果无法追迹主光线，则 OPTH 不会返回有效数据。RAYTRACEX 不支持 OPTH。
PARM(n,s)	有效参数编号和表面编号	表面“s”的参数“n”。
PIXX(A$)	一个包含 BMP、JPG 或 PNG 图像文件完整路径的字符串变量。	图形中 X 轴方向的像素数量。
PIXY(A$)	一个包含 BMP、JPG 或 PNG 图像文件完整路径的字符串变量。	图形中 Y 轴方向的像素数量。
PMOD()	（空）	如果近轴面模式关闭，则返回 0，否则返回 1。
POWR(x,y)	x 和 y 是任何数字	计算 x 的 y 次幂的绝对值。($\left\|x^y\right\|$)
PVHX()	（空）	ZPLM 优化操作数中的“数据 1”参数。
PVHY()	（空）	ZPLM 优化操作数中的“数据 2”参数。
PVPX()	（空）	ZPLM 优化操作数中的“数据 3”参数。
PVPY()	（空）	ZPLM 优化操作数中的“数据 4”参数。
PWAV()	（空）	主波长编号。
RADI(x)	有效的表面编号	指定表面的曲率半径。如果表面半径无穷大，则 RADI 返回 0.0。必须考虑这种可能性，以防止出现除数为 0 的错误。
RAGL(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的全局 X 轴方向余弦。仅在调

		用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAGM(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的全局 Y 轴方向余弦。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAGN(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的全局 Z 轴方向余弦。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAGX(x)	有效的表面编号	光线交点的全局 X 坐标。仅在 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 调用之后有效。
RAGY(x)	有效的表面编号	光线交点的全局 Y 坐标。仅在 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 调用之后有效。
RAGZ(x)	有效的表面编号	光线交点的全局 Z 坐标。仅在 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 调用之后有效。
RAND(x)	正数值表达式	在 0 和表达式之间均匀分布的随机浮点数。一般在调用关键字 RANDOMIZE 之后使用，以改变随机数种子。如果正在使用 NSC 光线追迹操作数（如 NSTR、NSRA 等等），则需要使用关键字 RANDOMIZE 重新设定随机数生成器的种子。
RANX(x)	有效的表面编号	指定表面法线的 X 轴方向余弦。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RANY(x)	有效的表面编号	指定表面法线的 Y 轴方向余弦。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RANZ(x)	有效的表面编号	指定表面法线的 Z 轴方向余弦。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAYE()	（空）	光线追迹错误标记，如果没有错误，则返回 0。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。有关详细信息，请参阅关键字 RAYTRACE。
RAYL(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的 X 轴方向余弦。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。

RAYM(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的 Y 轴方向余弦。仅在 调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAYN(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的 Z 轴方向余弦。仅在 调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAYO(x)	有效的表面编号	光线从前一个表面到指定表面的光程长度。光程长度等于路径长度乘以折射率，路径长或折射率都可能为负数。对于非序列表面内的光线，RAYO 返回光线通过的所有物体的路径长度乘以折射率的总和。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。另请参阅 OPTH 和 RAYT。
RAYT(x)	有效的表面编号	从前一个表面到指定表面的光线路径长度。光线路径长度可能是负数。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。另请参阅 OPTH 和 RAYO。对于非序列表面内的光线，RAYT 返回通过所有物体的路径长度之和。另请参阅 RAYO。
RAYV()	（空）	如果光线没有渐晕，则返回 0，否则返回渐晕表面编号。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAYX(x)	有效的表面编号	光线交点的 X 坐标。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAYY(x)	有效的表面编号	光线交点的 Y 坐标。仅在调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RAYZ(x)	有效的表面编号	光线交点的 Z 坐标。仅在 调用 RAYTRACE 或 RAYTRACEX 之后有效。
RELI(f)	视场编号	指定视场位置的相对照度（RI）。
SAGG(x,y,z)	x、y 是编号为 z 的表面上对应的点坐标（以镜头单位表示）	计算表面上指定点的矢高（以镜头单位表示）。

SCOM(A$, B$)	任何两个字符串变量名称	如果字符串相同，则 SCOM 返回 0。如果 A$ 小于 B$，则 SCOM 返回一个负数，否则返回一个正数。
SDIA(x)	有效的表面编号	指定表面的半口径。
SIGN(x)	数值表达式	如果变量小于 0，则返回 -1，如果变量为 0，则返回 0，如果变量大于 0，则返回 +1。
SINE(x)	以弧度为单位的数值表达式	表达式的正弦。
SLEN(A$)	任何字符串变量名称	字符串变量 A$中字符的数量
SOLM(操作数, 结构, 代码)	“操作数”是多重结构操作数编号。“结构”是结构编号。“代码”为 0 表示状态，1 表示跟随解中定义的多重结构编号，2 表示跟随解中定义的操作数行，3 表示跟随解中定义的缩放因子，4 表示跟随解中定义的偏移量，5 表示操作数的当前数值或字符串值，6 表示 ZPL 宏求解中的宏名称，7 表示玻璃库名称。求解状态类型不一定使用所有代码。	返回指定多重结构操作数、指定结构对应数值的求解类型。如果“代码”为 0（表示状态），则 SOLM 返回 0 ，表示对应数值求解类型为固定值，返回 1 表示变量，返回 2 表示跟随，返回 3 表示热跟随，返回 4 表示 ZPL 宏，返回 5 表示玻璃替换求解类型。在调用该函数返回字符串数据之后，可使用 $buffer() 函数提取字符串值。有关求解数据和求解参数的更多信息，请参阅“求解”。
SOLV(表面, 代码, 参数)	“表面”为表面编号。代码 0 表示曲率，1 表示厚度，2 表示玻璃，3 表示圆锥系数，4 表示半口径，5 表示 TCE（热膨胀系数）。表面参数数据的代码是 100 加上参数编号。表面附加数据的代码是 300 加上附加数据编号。“参数”是 0 到 4 之间的整数，包括 0 和 4。	返回指定表面参数求解类型中的数据。如果“参数”为 0，则返回代表求解类型的整数(返回 0 表示固定值，1 表示变量，2 表示跟随，3 表示主光线，4 表示 ZPL 宏)。如果“参数”为 1 到 3，则返回对应求解类型的相关参数。如果“参数”为 4，则返回跟随参数列。(如：跟随求解类型，参数为 1-4 时，分别返回跟随表面、缩放因子、偏移和跟随参数列)。在调用该函数返回字符串数据之后，可使用 $buffer() 函数提取字符串值。有关求解数据和求解参数的更多信息，请参阅“求解”

SOSO(代码)	代码为 0，返回当前执行的宏求解的表面编号；代码为 1，返回物体编号。	返回当前正在执行的求解宏中的表面或物体编号。如果当前宏中没有求解，则返回无意义的数据。
SPRO(表面, 代码)	“表面”为表面编号。“代码”为关键字 SETSURFACEPROPERTY 中定义的代码值。仅支持整数代码值，不支持助记符。	返回镜头数据编辑器中定义的表面属性页或编辑器的数值或字符串值。有关“代码”值的信息，请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。 在调用该函数返回字符串数据之后，可使用 $buffer() 函数提取字符串值。例如，要提取表面 4 的注释列，请使用以下两个命令： dummy = SPRO(4, 1) a$ = $buffer() 此时 dummy 值可以忽略，字符串变量 a$ 已包含了表面 4 的注释。SPRO 不能使用 SETSURFACEPROPERTY 中“数据 2”变量定义的属性值，若需要，请使用 SPRX。”数据 2”值的属性包括参数数据、附加数据、膜层缩放、折射率偏移值和状态。
SPRX(表面, 代码, 数据 2)	“表面”为表面编号。“代码”和“数据 2”的值为关键字 SETSURFACEPROPERTY 中定义的值。仅支持整数代码值，不支持助记符。	SPRX 类似于 SPRO，区别在于 SPRX 具有一个额外的变量。通过 SETSURFACEPROPERTY “数据 2”变量设置的参数才需要使用 SPRX。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”
SQRT(x)	正数值表达式	表达式的平方根。($\sqrt{x^2}$)
STDD() - 废弃	此函数已废弃，请改为使用 SRPO。	
SURC(A$)	任何字符串变量名称	含注释的表面。返回注释与字符串 A$ 匹配的第一个表面编号。字符不分大小写。如果没有任何表面注释与 A$匹配，则返回 -1。
SVAL(A$)	任何字符串变量名称	字符串值。返回字符串 A$ 的浮点值，假定句点(.)是字符串中的小数点分隔符。另请参阅

		LVAL。
SYPR(代码)	“代码”值为关键字 SETSYSTEMPROPERTY 中定义的代码值。仅支持整数代码值，不支持助记符。	返回相关系统数据的数值或字符串值。有关“代码”值的信息，请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。在调用该函数返回字符串数据之后，可使用 $buffer() 函数提取字符串值。例如，要提取镜头标题，请使用以下两个命令： dummy = SYPR(16) a$ = $buffer() 此时 dummy 值可以忽略，字符串变量 a$ 已包含了镜头标题。SYPR 不能使用 SETSURFACEPROPERTY 中“数据 2”变量定义的属性值。
TANG(x)	以弧度为单位的数值表达式	表达式的正切。
函数	变量	返回值
TMAS()	（空）	从表面 1 到像面中透镜的总质量（以克为单位）
THIC(x)	有效的表面编号	指定表面的厚度。
TOLV(操作数,列)	整数“操作数”是公差操作数编号，“列”是公差数据编辑器中的列编号。请参阅右侧详细描述。	返回公差数据编辑器中的数值或字符串值。如果“列”是 1、2 或 3，则返回该操作数类型使用的整数 1、整数 2 或整数 3。如果“列”是 4 或 5，则返回公差的最小值或最大值。如果“列”为 6，则返回操作数属性页中的“在反向公差时不调整”标志（1 表示勾选，0 表示未勾选）。如果“列”为 90，则返回对应公差操作数的当前值。如果“列”值为 0 或 99，则返回操作数名称或操作数注释，并将其存放于缓冲字符串中。例如，要提取操作数 7 的操作数名称，请使用以下两个命令： dummy = TOLV(7, 0) a$ = $buffer() 此时 dummy 值可以忽略，字符串变量 a$ 已包含

		了操作数名称。另请参阅执行类似功能的字符串函数 $TOLOPERAND 和$TOLCOMMENT。
UNIT()	（空）	如果当前单位类型分别是毫米、厘米、英寸或米，则分别返回 0、1、2 或 3。
VEC1(x)	正下标值	返回数组变量中指定下标对应的值。
VEC2(x)	正下标值	返回数组变量中指定下标对应的值。
VEC3(x)	正下标值	返回数组变量中指定下标对应的值。
VEC4(x)	正下标值	返回数组变量中指定下标对应的值。
VERS()	（空）	返回 Zemax 的版本。版本的格式为 yymmdd。例如，2005 年 6 月 15 日发行的版本为 050615。
WAVL(x)	有效的波长编号	以微米为单位的波长。
WINL()	（空）	返回由关键字 OPENANALYSISWINDOW 最近打开的分析窗口的编号。
WINN()	（空）	返回所有打开分析窗口的编号。
WWGT(x)	有效的波长编号	波长权重。
XMIN()	（空）	图形窗口中的最小 X 坐标。
XMAX()	（空）	图形窗口中的最大 X 坐标。
函数	变量	返回值
YMIN()	（空）	图形窗口中的最小 Y 坐标。
YMAX()	（空）	图形窗口中的最大 Y 坐标。

使用 FICL() 函数

FICL 函数计算光纤耦合。FICL 函数使用非常多的变量，可先将这些变量放置在一个矢量数组中，

然后再调用此函数。矢量数组必须是已经定义的四个 VEC 数组之一。矢量数组中存储值的定义方式如下：

0 = 采样 (1 表示 32 x 32，2 表示 64 x 32，以此类推)

1 = 波长#

2 = 视场#

3 = 忽略光源标志 (0 表示 假，1 表示 真)

4 = 源光纤 X 方向数值孔径(NA)

5 = 接收光纤 X 方向数值孔径(NA)

6 = 源光纤 X 角度 (度)

7 = 源光纤 Y 角度 (度)

8 = 接收光纤沿 X 倾斜 (度)

9 = 接收光纤沿 Y 倾斜 (度)

10 = 接收光纤 X 偏心

11 = 接收光纤 Y 偏心

12 = 接收光纤 Z 偏心

13 =源光纤对准主光线标志 (0 表示假，1 表示真)

14 =接收光纤对准主光线标志 (0 表示假，1 表示真)

15 = 使用偏振标志 (0 表示假，1 表示真)

16 = 源光纤 Y 方向数值孔径(NA) (如果为 0，则 NAy = NAx)

17 = 接收光纤 Y 方向数值孔径(NA) (如果为 0，则 NAy = NAx)

18 = 使用惠更斯衍射积分标志 (0 表示假，1 表示真)

光纤耦合通过调用 FICL(n) 来计算，其中 n 是包含变量列表的矢量编号。

字符串函数

下表列出了可用的字符串函数。

ZPL 字符串函数

函数	描述

$BUFFER()	返回镜头缓冲区中的当前字符串。可从各种 ZPL 关键字和函数中提取字符串数据。
$CALLSTR(i)	返回 关键字 CALLMACRO 的字符串缓冲区中位于索引 i 的字符串。请参阅“从宏中调用宏”。
$COAT(i)	返回第 i 个表面的膜层名称。
$COATINGPATH()	返回膜层文件的路径名称。
$COMMENT(i)	返回第 i 个表面的注释字符串。
$DATAPATH()	返回数据文件的路径名称。
$DATE()	返回当前日期和时间字符串。日期和时间的格式由“配置选项”的“常规”栏目中的“日期/时间”设置来定义的。
$EXTENSIONPATH()	返回 Zemax 扩展的路径名称。
$FILENAME()	返回当前镜头文件名，但不包含路径。
$FILEPATH()	返回当前镜头文件名，包含完整路径。
$GETSTRING(A$, n)	返回字符串 A$ 中的第 n 个子串，字符串 A$中使用空格作为分隔符。例如，如果 A$ = “one two three”，则 $GETSTRING(A$, 2) 返回“two”。
$GETSTRINGC(A$, n)	返回字符串 A$ 的第 n 个子串，字符串 A$中使用逗号作为分隔符。例如，如果 A$ = “one,two,three”，则 $GETSTRING(A$, 2) 返回“two”。
$GLASS(i)	返回表面编号 为 i 的玻璃名称。
$GLASSCATALOG(i)	返回当前镜头的第 i 个载入的玻璃库名称。如果 i 小于 1，则返回包含已载入所有玻璃库名称的单个字符串，以空格分隔。
$GLASSPATH()	返回玻璃库文件的路径名称。
$LEFTSTRING(A$, n)	返回字符串 A$ 中最左侧的 n 个字符。如果 A$中的字符数少于 n 个，则剩余的字符位置用空格填充。这样可以定义固定长度的字符

	串。
$LENSNAME()	返回系统选项中定义的镜头标题。
$MACROPATH()	返回宏文件的路径名称。
$NOTE(line#)	返回系统选项中定义的注释信息。由于注释可能很长，因此 $NOTE 以行为单位返回注释中的字符。在出现换行符（回车）或者当一行中连续字符总数超过 100 时，一行结束，以首先满足条件者为准。line# 表示将返回注释中的哪一行。 例如，$NOTE(1) 返回注释中的第一行（直至第一个换行符）。如果找到第一个换行符之前连续字符数超过 100 个，则第 1 行为前 100 个字符，第 2 行为截止到第一个换行符的其余字符，或者是接下来的 100 个字符，以首先满足条件者为准。 注释中的最大字符数量前限制为 4000（但由于空格限制，在系统选项的“标题/注释”栏目中可能无法编辑如此多的字符）。如果指定行的注释中没有任何已定义的字符，则 $NOTE 返回空字符串。 函数 SLEN 可用于确定 $NOTE 返回的实际字符数，使用的语法如下： A$ = $NOTE(1) N = SLEN(A$) 数据 N 为字符串 A$ 中的字符数（整数）。
$OBJECTPATH()	返回 NSC 物体文件的路径名称。
$PATHNAME()	仅返回当前镜头文件的路径名称。这可用于确定存储当前镜头文件的文件夹。
$PROGRAMPATH()	返回程序文件的路径名称。
$QUOTE()	返回双引号字符 (")。
$RIGHTSTRING(A$, n)	返回字符串 A$ 中最右侧的 n 个字符。如果 A$ 中的字符数少于 n 个，则剩余的字符位置用空格填充。这样可以定义固定长度的字符串。
$STR(表达式)	返回一个格式由关键字 FORMAT 定义的字符串，数值表达式可以是任何等式，包括常量、变量和函数的组合。请参阅用于将字符串转换为数值的函数 SVAL(A$)。

$TAB()	返回制表符 (\t)。
$TEMPFILENAME()	返回临时文件的名称，包含完整路径，适合于临时存储文本或二进制数据。请参阅关键字 GETTEXTFILE。
$TOLCOMMENT(操作数)	返回指定公差操作数的注释。
$TOLOPERAND(操作数)	返回指定公差操作数的操作数名称。
$UNITS()	根据当前镜头单位，返回 MM、CM、IN 或 M。

关键字

关键字可以为程序流发出指令、生成输出以及执行某些关键任务，比如光线追迹和修改镜头规格。以下各节中详细描述了每个关键字的功能。

APMN、APMX、APTP、APXD、APYD

这些命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

ATYP、AVAL

这些命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

BEEP

发出蜂鸣声。

语法：

```
BEEP
```

详述：

此命令可用于在计算完成或需要输入时提醒用户。

BROWSE

显示一个窗口，提示用户选择或输入文件名，并将文件路径存放在一个字符串变量中。

语法:

```
BROWSE “提示”, 变量, 模式
BROWSE “提示”, 变量, 模式, “扩展”
```

详述：

变量可以是任何有效的字符串变量名，模式变量为一个整数，可以是 0 或 1。当模式变量为 0 时，表示“加载模式”，提示用户输入一个现有文件；当模式变量为 1 时，表示“保存模式”，提示用户输入另存文件名。字符串“扩展”可以用来过滤其他格式文件（如“.CFG”）。

需注意：BROWSE 函数允许用户选择一个文件并将文件路径存放在一个字符串变量中，但不会自动打开或保存文件。

例如:

```
! Load
BROWSE "File:",A$,0,".txt"
OPEN A$
PRINT "Reading file:"
PRINT A$ Zemax, LLC OpticStudio 17 Help Files The Programming Tab • 2076

READ x
READ y
READ z
CLOSE
! Save
BROWSE "Save Merit Function as: ",B$,1,".mf"
SAVEMERIT B$
PRINT "Saving file as: ",B$
```

相关关键字: INPUT

CALLMACRO

调用另一个 ZPL 宏。

语法：

```
CALLMACRO filename.zpl
CALLMACRO name$
```

详述：

此命令用于调用另一个 ZPL 宏。文件名是不包含路径的完整宏名称，且文件必须存放在 ZPL 宏文件的文件夹中。当 CALLMACR 宏返回时，被调用宏的任何文本输出都将复制到 CALLMACR 宏的文本输出窗口。请参阅“从宏中调用宏”。

CALLSETDBL

在主宏的缓冲区中设置双精度数值。

语法：

```
CALLSETDBL 索引, 数值
```

详述：

此命令用于在主宏的缓冲区中设置数值，索引可为 0 到 50 之间的任何值。可以使用 CALD 函数来检索数值。请参阅“从宏中调用宏”。

CALLSETSTR

在主宏的缓冲区中设置字符串值。

语法：

```
CALLSETSTR 索引, 字符串文本
```

详述：

此命令用于在主宏的缓冲区中设置字符串值。索引可为 0 到 50 之间的任何值。随后可以使用 $CALLSTRING 函数来检索字符串值。请参阅“从宏中调用宏”。

COAT

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

CLOSE

关闭之前由 OPEN 命令打开的文件。

语法：

```
CLOSE
```

详述：

请参阅 OPEN 的描述。

CLOSEWINDOW

关闭默认输出窗口。此关键字还可用于关闭任何已打开的分析窗口。

语法：

```
CLOSEWINDOW
CLOSEWINDOW n
```

详述：

CLOSEWINDOW（无变量“n”）以安静模式执行 ZPL 宏。如果在宏的任何行中包含了关键字 CLOSEWINDOW，则宏执行结束后，不会显示文本输出窗口。CLOSEWINDOW 对宏执行没有其它影响。

CLOSEWINDOW（有变量“n”）将关闭编号 n 的分析窗口。

COLOR

设置用于图形线条和文本函数的线条颜色。

语法：

```
COLOR n
```

详述：

n 必须是对应于所需颜色的整数。图形模式中所有后续线条和文本命令都将使用新的线条颜色。颜色 0 表示黑色，其它颜色的定义请参阅“颜色 1-12，颜色 13-24”。除黑色以外，还有 24 种颜色可用。

COMMAND

执行 shell 命令。

语法：

```
COMMAND 可执行文件, 变量
```

详述：

“可执行文件”和“变量”可以是字符串或字符串变量。“可执行文件”为即将运行的宏文件的路径名称。“变量”是可选的，并且包含“可执行文件”中的任何命令行。

一旦命令启动，可执行文件便会在自身的线程中运行。ZPL 宏或 Zemax 不需要等待可执行命令结束任务。COMMAND 不会返回任何错误代码，并且 Zemax 无法知晓 shell 命令是否成功启动。

COMMENT

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

CONI

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

CONVERTFILEFORMAT

将文本文件从 ANSI 格式转换为 Unicode 格式，或者从 Unicode 转换为 ANSI 格式。

语法：

```
CONVERTFILEFORMAT 文件名, 编码
```

详述：

“文件名”是需要转换的文本文件名称。“编码”为 1 表示将文件从 Unicode 格式转换为 ANSI 格式，“编码”为 2 表示从 ANSI 格式转换为 Unicode 格式。需注意，如果 Unicode 字符没有对应的 ANSI 字符，那么将 Unicode 文件转换为 ANSI 格式时可能会导致数据丢失。

CONVERTIMAGETOGRID

CONVERTIMAGETOGRID 将单色图像文件（.BMP、.JPG、.TIFF、.PNG 等）转换为可用于网格相位面型的 .DAT 文件。对于 RGB 图像， 在转换中使用 R 通道，即在宏中执行“将 BMP 图像转换为 OpticStudio DAT 格式”命令。

语法:

```
CONVERTIMAGETOGRID 文件名, 增量 x, 增量 y, 单位标记, 偏移 x, 偏移 y
```

详述：

“文件名”是需要转换文件的完整路径名称。“增量 x”和“增量 y”表示在指定单位下的像元宽度和高度。“单位标记”为 0 表示毫米，1 表示厘米，2 表示英寸，3 表示米。“偏移 x”和“偏移 y”可用于设置图像偏心。

示例：

```
A$ = “C:\pictures\opticstudio.bmp”
CONVERTIMAGETOGRID A$, 0.1, 0.1, 0, 0, 0
```

COPYFILE

COPYFILE 表示复制文件。

语法：

```
COPYFILE 源文件名, 新文件名
```

详述：

该关键字需要两个文件名，文件名为引号中的字符串表达式或字符串变量。将“源文件名”对应的源文件复制到“新文件名”对应的新文件。如果“新文件名”已经存在，则系统会在不发出警告的情况下覆盖此文件。

示例：

```
COPYFILE "C:\source.dat", "C:\copy.dat"
```

相关关键字：

DELETEFILE
RENAMEFILE

CURV

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

DECLARE

请参阅“数组变量”。

DEFAULTMERIT

生成默认评价函数。

语法：

```
DEFAULTMERIT 类型, 数据, 参考, 方法, 环, 臂, 网格, 删除, 轴向, 径向, 起始, x 权重, 总权重, 光瞳遮光比
```

详述：

此关键字可在评价函数编辑器中生成默认评价函数。将删除现有的默认评价函数。有关更多详情，请参阅“修改评价函数”(“Modifying the merit function”.)。相关变量定义如下所示：

类型： 0 表示 RMS，1 表示 PTV。

数据： 0 表示波前，1 表示光斑半径，2 表示光斑 X，3 表示光斑 Y，4 表示光斑 x + y。

参考： 0 表示质心，1 表示主光线，2 表示无参考。

方法： 1 表示高斯积分，2 表示矩形阵列。

环：环的数量(仅限高斯积分)。

臂：臂的数量(仅限高斯积分)。臂的数量必须是偶数，并且不得小于 6。

网格：网格尺寸。用一个整数表示，比如 8 表示 8 x 8 网格。n 必须是偶数且不小于 4。

删除：0 表示不删除渐晕光线，1 表示删除渐晕光线。

轴向： -1 表示自动，当系统为轴对称系统时才使用自动对称。 1 表示假设轴对称，0 表示不假设轴对称。

径向： 1 表示忽略垂轴色差，否则为 0。

起始：定义添加默认评价函数的起始行。-1 表示自动，将会在现有 DMFS 操作数之后添加默认评价函数。也可自定义起始操作数编号，起始行之前的操作数都将保留。

x 权重, 总权重：评价函数的 x 方向权重和总权重。只有当”数据”变量为“spot x + y”时才使用 x 权重值。

pup_obsc：光瞳遮阑比例。

DELETE

从镜头数据编辑器表格中删除某个表面。

语法：

```
DELETE n
```

详述：

n 必须为整数结果的表达式。另请参阅 INSERT。

示例：

```
DELETE 5
DELETE i+2*j
```

DELETECONFIG

DELETECONFIG 删除多重结构编辑器中的现有结构。

语法：

```
DELETECONFIG 结构
```

详述：

“结构”必须为整数结果的表达式，且必须大于 0 小于等于总多重结构数量。另请参阅 INSERTCONFIG 和 DELETEMCO。

DELETEFILE

DELETEFILE 用于删除文件。

语法：

```
DELETEFILE 文件名
```

详述：

该关键字需要一个文件名，文件名定义为引号中的字符串表达式或字符串变量。

示例：

```
DELETEFILE XFILE$
```

相关键字：

COPYFILE RENAMEFILE

DELETEMCO

DELETEMCO 删除多重结构编辑器中的现有操作数。

语法：

```
DELETEMCO 行
```

详述：

“行”必须为整数结果的表达式，且必须大于 0 小于等于必当前多重结构编辑器中操作数的总数量。另请参阅 INSERTMCO 和 DELETECONFIG。

DELETEMFO

DELETEMFO 删除评价函数编辑器中的现有操作数。

语法：

```
DELETEMFO 行
DELETEMFO ALL
```

详述：

“行”必须为整数结果的表达式，且必须大于 0 小于等于必当前评价函数编辑器中操作数的总数量。如果使用了变量 ALL，则将删除评价函数中所有的操作数。另请参阅 INSERTMFO。

DELETEOBJECT

删除现有 NSC 物体。

语法：

```
DELETEOBJECT 表面, 物体
```

详述：

“表面”必须为整数结果的表达式，并且指定的表面必须为非序列组件表面。如果 ZEMAX 当前的程序模式为非序列，则“表面”值 设为 1。“物体”的值必须为整数，且大于等于 1 小于等于当前物体数加 1 。DELETEOBJECT 将删除指定物体，并根据需要对其它物体重新进行编号。另请参阅 INSERTOBJECT 和 SETNSCPROPERTY。

示例：

```
DELETEOBJECT 1, 1
```

DELETETOL

DELETETOL 删除公差数据编辑器中的现有操作数。

语法：

```
DELETETOL 行
```

详述：

“行”必须为整数结果的表达式，且必须大于 0 小于等于必当前公差数据编辑器中操作数的总数量。另请参阅 INSERTTOL 和 SETTOL。

EDVA

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

END

请参阅 GOSUB。

EXPORTBMP

将图形窗口导出为 BMP 文件。

语法：

```
EXPORTBMP 窗口编号, 文件名, 延迟
```

详述：

“窗口编号”可为整数或整数结果的表达式。表示需要保存到文件的图形窗口编号。Zemax 以窗口打开的顺序对窗口进行编号，从 1 开始。若用户关闭某些窗口，则 ZEMAX 会从列表中删除已关闭的窗口，但不会对余下的窗口重新编号。重新打开的任何窗口将会使用最小的可用窗口编号。“文件名”是包含路径的完整文件名称，不含扩展名。Zemax 会自动添加扩展名 BMP。 “延迟”

变量是可选的，表示指定延迟时间（以毫秒为单位）。对于某些复杂图形，导出图形或截屏的完成需要一定的延迟。如果导出的 BMP 文件看上去不完整，请尝试将”延迟”值设置为 500 到 2500 毫秒。另请参阅 EXPORTJPG。

示例：

```
EXPORTBMP 1, "C:\TEMP\MYBMPFILE"
EXPORTBMP k, A$
```

EXPORTCAD

将镜头数据导出为 IGES、STEP、SAT 或 STL 格式文件，以导入到 CAD 软件中。

语法：

```
EXPORTCAD 文件名
```

详述：

有关 CAD 文件导出的完整描述，请参阅导出“CAD 文件”，位于”文件菜单>导出组>CAD 文件”。“文件名”可以是字符串（比如“C:\DATA\FILE.IGS”）或者是字符串变量（比如 MYFILENAME$）。导出 CAD 文件需要定义其它参数数据。这些数据存放在 VEC1 变量中，如下所示：

VEC1(1)：文件类型。用 0 表示 IGES，1 表示 STEP，2 表示 SAT，3 表示 STL。

VEC1(2)：样条点的数量（某些实体类型需要设置）。设为 16、32、64、128、256 或 512。

VEC1(3)：要导出的第一个表面。在 NSC 模式下，表示要导出的第一个物体。

VEC1(4)：要导出的最后一个表面。在 NSC 模式下，表示要导出的最后一个物体。

VEC1(5)：放置光线数据的图层。

VEC1(6)：放置镜头数据的图层。

VEC1(7)：使用 1 表示可导出虚拟表面，否则使用 0。VEC1(8)：使用 1 表示可作为实体导出表面，否则使用 0。

VEC1(9)：光线模式。 0 表示 XY，1 表示 X，2 表示 Y，3 表示环，4 表示列表，5 表示无模式，6 表示网格，7 表示实体光束。

VEC1(10)：光线数量。

VEC1(11)：波长编号。0 表示导出全部波长光线。

VEC1(12)：视场编号。 0 表示导出全部视场光线。

VEC1(13)：使用 1 表示删除渐晕光线，否则使用 0。VEC1(14)：虚表面厚度，以镜头单位表示。VEC1(15)：使用 1 表示导出 NSC 分裂光线，否则使用 0。VEC1(16)：使用 1 表示导出 NSC 散射光线，否则使用 0。

VEC1(17)：使用 1 表示追迹 NSC 光线时使用偏振，否则使用 0。如果已选择光线分裂，则自动选择偏振。

VEC1(18)： 0 表示当前结构组态，1 到 n 表示指定结构组态（其中 n 是多重结构的总数量），n + 1 表示" All By File"，n + 2 表示" All By Layer"，n + 3 表示" All At Once"。有关导出设置的更详情，请参阅“导出 CAD 文件”。

VEC1(19)：公差设置。0 表示 1.0E-4, 1 表示 1.0E-5, 2 表示 1.0E-6, 3 表示 1.0E-7 。需注意：如果输入其他值，公差设置默认为 1.0E-4。

VEC1(20)、VEC1(21)：在混合序列/非序列模式下（即包含一个非序列组件表面），VEC1(20)、VEC1(21)的值表示指定导出非序列物体的范围。VEC1(20) 表示要导出的第一个物体，VEC1(21) 表示要导出的最后一个物体。如果这两个值均为 0 或者超出范围，则导出非序列组件表面中包含的所有物体。

示例：

```
VEC1(1) = 0
VEC1(2) = 32
VEC1(3) = 1
etc...
VEC1(18) = 0
EXPORTCAD "C:\TEMP\MYCADFILE.IGS"
```

EXPORTJPG

将任何图形窗口导出为 JPG 文件。

语法：

```
EXPORTJPG 窗口编号, 文件名, 延迟
```

详述：

请参阅 EXPORTBMP。

示例：

```
EXPORTJPG 3, "C:\TEMP\MYJPGFILE"
```

```
EXPORTJPG k, FILENAME$, 500
```

FINDFILE

用于查找文件名称。

语法：

```
FINDFILE TEMPNAME$, FILTER$
```

详述：

此关键字需要两个字符串变量，一个表示将当前文件名存储在此字符串变量中，另一个表示“过滤”字符串。过滤字符串指定所需文件类型的路径名称和通配符。请参阅以下示例。FINDFILE 用于列出某个文件夹中指定格式的所有文件，或者用于分析大量相似的镜头文件。在列出所有文件之后，如果需要将 FINDFILE 重置回列表中的第一个文件，则可以使用其他”过滤“字符串调用一次 FINDFILE，然后再使用之前的”过滤“字符串重新调用 FINDFILE。每次使用新的”过滤“字符串调用 FINDFILE 时，会返回文件夹中指定类型的第一个文件。

示例：

```
FILTER$ = "C:\Zemax\*.ZMX"
PRINT "Listing of all Zemax files in ", FILTER$
FINDFILE TEMPFILE$, FILTER$
LABEL 1
if (SLEN(TEMPFILE$))
      PRINT TEMPFILE$
      FINDFILE TEMPFILE$, FILTER$
      GOTO 1
ENDIF
PRINT "No more files."
```

FLDX, FLDY, FWGT, FVDX, FVDY, FVCX, FVCY, FVAN

这些命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

FOR, NEXT

关键字 FOR 和 NEXT 定义了一个循环语句，指定循环中执行的次数。

语法：

```
FOR 变量, 起始值, 终止值, 增量...
NEXT
```

详述：

关键字 FOR 标志着循环命令的开始。FOR 需要指定一个充当计数器的变量（不需要是整数）、变量的起始值、终止值和增量。关键字 NEXT 标志着循环命令的结束。FOR- NEXT 循环可以嵌套。FOR 命令和 NEXT 命令的数量必须相同。

FOR 命令一旦执行，其起始值、终止值和增量便由对应表达式计算出来并保存。即使在后续程序中，对应表达式中的某些变量发生了变化，也不会重新计算起始值、终止值和增量。只有在 FOR 循环开始时定义的值才有效。

如果起始值和终止值相同，则循环仅执行一次。如果起始值小于终止值，则循环继续，直到变量大于终止值。如果起始值大于终止值，则循环继续，直到变量小于终止值。

示例：

```
FOR i, 1, 10, 1
      a = 0.2*i
      PRINT a
NEXT

j = 5 k = 0
FOR i, j, j + 5, 2
      k = i + j + k
NEXT
```

FORMAT

指定后续 PRINT 和 $STR 命令的数值精度格式。

语法：

```
FORMAT m.n
FORMAT m.n EXP
FORMAT m [INT]
FORMAT "C_format_string" [LIT]
```

详述：

整数 m 和 n 由小数点分隔。m 和 n 的值必须为明确值，不能使用变量。 m 表示要输出的字符总数，包含空格符。 n 表示小数点后显示的位数。例如，FORMAT 8.4 表示后续 PRINT 命令输出 8 个字符，并显示 4 位小数。FORMAT .5 表示后续 PRINT 根据需要输出字符数，并显示 5 位小数。FORMAT 仅影响 PRINT 的数值输出。如果某个数值太大，超过指定 m 位数，那么后续 PRINT 会忽略 FORMAT

命令的 m 部分。

m.n 之后的可选关键字 EXP 表示使用指数计数法。

可选关键字 INT 表示数据以整数格式输出，且显示为指定 m 位数。

可选关键字 LIT（ 文字）表示根据指定 C 语言格式输出数据。可在 C 语言的任何编程参考中找到 C 格式规范。

示例：

宏：

```
X = 5
FORMAT 5.3
PRINT "FORMAT 5.3    :", X
FORMAT 12.2 EXP
PRINT "FORMAT 12.2 EXP  :", X
FORMAT 6 INT
PRINT "FORMAT 6 INT   :", X
FORMAT "%#06i" LIT
PRINT "FORMAT %#06i LIT :", X
```

输出：

```
FORMAT 5.3    :5.000
FORMAT 12.2 EXP  :5.00E+000
FORMAT 6 INT   :5
FORMAT %#06i LIT :000005
```

FTYP

该命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

GCRS

该命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

GDATE

GDATE 表示用户自定义图形窗口时，在文字框中镜头名称下面显示当前日期。

语法：

```
GDATE
```

详述：

GDATE 主要用于使 ZPL 宏生成的图形类似于其它 Zemax 图形。

示例：

请参阅“图形”。

GETEXTRADATA

获取镜头数据编辑器中载入的附加数据值。并且将附加数据存储在某个矢量数组变量中（ VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4 中的任何一个）。

语法：

```
GETEXTRADATA 矢量表达式, 表面表达式
```

详述：

数据存储在指定的 VECn 数组变量中。例如，GETEXTRADATA 1, 5 表示表面 5 的附加数据存储于 VEC1 中。数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

```
0：数组变量中数据的数量
1：第一个附加数据值
n：第 n 个附加数据值
```

有关附加数据值的描述，请参阅“附加数据”。

GETGLASSDATA

获取当前玻璃库中任何玻璃的数据。并且将玻璃数据存储在某个矢量数组变量中（ VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4 中的任何一个）。

语法：

```
GETGLASSDATA 矢量表达式, 玻璃编号
```

详述：

数据存储在指定的 VECn 数组变量中。例如，GETGLASSDATA 1, 32 表示将玻璃编号 32 的数据存储于 VEC1 中。GNUM 函数表示返回玻璃编号。数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

0：矢量数组中数据的数量

1：玻璃的色散系数求解公式编号，如下所示：

1 = Schott，2 = Sellmeier 1，3 = Herzberger，4 = Sellmeier 2

5 = Conrady，6 = Sellmeier 3，7 = Handbook 1，8 = Handbook 2

9 = Sellmeier 4，10 = Extended，11 = Sellmeier 5，12 = Extended 2

（ZEMAX 玻璃库选项卡中色散公式下拉菜单中还有一个 Extended 3，是不是得有个 13= Extended 3）

2：参考温度，以摄氏度为单位

3：折射率 Nd

4：阿贝数 Vd

5：热膨胀系数：-30 到 +70 c

6：热膨胀系数：+20 到 300 c

7：密度：g/cm^3

8：局部色散相对于法线的偏差值 DPgF

9：波长 λ 最小值

10：波长 λ 最大值

11-16：色散系数 A0-A5（取决于公式）

17-22：热分析模型中所采用的热系数（热色散系数）

23-(22 + #waves)：内透射系数 α(/mm)的值，T=exp(α*path)。波长 1 的 α 存储在 23 中，波长 2 的 α 存储在 24 中，以此类推，直到系统使用的波长数量。

(23 + #waves) - (32 + #waves)：色散系数 A0-A9（取决于公式）

相关函数：

GNUM

GETLSF

计算几何边缘和线响应函数，类似于“几何线/边缘扩散”函数。

语法：

GETLSF 波长, 视场, 采样, 矢量, 最大半径, 使用偏振

详述：

“波长”指定用于计算的波长编号，“波长”为 0 时表示多色计算。“视场”必须为 1 到最大视场数之间的整数，表示要计算的视场编号。“采样”可为 1 (32 x 32)、2 (64 x 64)、3 (128 x 128) 等... 最大为 2048 x 2048。“矢量”为 1 到 4 之间的整数，指定数据存储的矢量数组(VEC1,VEC2,VEC3 或

VEC4)。“最大半径”表示边缘和线扩散函数的最大径向坐标。“最大半径”的值给出的是整个数据范围的半宽， 0 表示默认半宽。”使用偏振”变量为 1 表示使用偏振，0 表示未使用偏振。如果给定的任何变量超出有效范围，则会使用最近的值替代。

返回的数据存储在指定的矢量数组变量中。矢量位置 0 到 3 分别表示点“N”的数量、起始 x 坐标（半宽的负数）、坐标间隔和偏移量。偏移量表示矢量中第一个边缘或线扩散数据。从偏移量开始，第一个 N 值是子午 LSF 响应。第二个 N 值是弧矢 LSF 响应，第三个 N 值是子午 ERF 值，第四个 N 值是弧矢 ERF 值。

如果当前矢量大小不足，Zemax 将自动增加矢量的大小，以按照 SETVECSIZE 中描述的方式保存 LSF 数据。

示例：

```
!Macro computes and prints the LSF and ERF for polychromatic light at field 1.
!
!Syntax is GETLSF wave, field, samp, vector, maxradius, usepol
!
GETLSF 0, 1, 3, 1, 0, 0
N_BINS = vec1(0)
STARTX = vec1(1)
DELTAX = vec1(2)
OFFSET = vec1(3)
FORMAT 15.0
PRINT "Number of Bins   = ", N_BINS
FORMAT 15.3 EXP
PRINT "Starting Coordinate = ", STARTX
PRINT "Delta Coordinate  = ", DELTAX
FORMAT 15.0
PRINT "Offset       = ", OFFSET
OFF1 = OFFSET
OFF2 = OFF1 + N_BINS
OFF3 = OFF2 + N_BINS
OFF4 = OFF3 + N_BINS
MAXI = N_BINS-1
FORMAT 16.3 EXP
PRINT
PRINT "       X     TLSF     SLSF     TERF     SERF"
PRINT
FOR i, 0, MAXI, 1
      PRINT STARTX + DELTAX*i,
      PRINT vec1(OFF1 + i),
      PRINT vec1(OFF2 + i),
      PRINT vec1(OFF3 + i),
      PRINT vec1(OFF4 + i)
NEXT i
```

GETMTF

计算当前镜头文件的子午和弧矢 MTF、实部、虚部、相位或方波响应数据，并将数据存储于四个矢量数组之一（VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4）。

语法：

```
GETMTF 频率, 波长, 视场, 采样, 矢量, 类型
```

详述：

“频率”是以 MTF 单位表示的空间频率(参阅“MTF 单位”)。如果频率小于 0 或者大于截止频率，则 GETMTF 返回 0。“波长”指定用于计算的波长编号，“波长”为 0 时表示多色计算。“视场”必须为 1 到最大视场数之间的整数，表示要计算的视场编号。 “采样”可为 1 (32 x 32)、2 (64 x 64)、3 (128 x 128) 等... 最大为 2048 x 2048。“矢量”变量必须为介于 1 到 4 之间的整数，指定数据存储的矢量数组(VEC1,VEC2,VEC3 或 VEC4)。变量“类型”表示数据类型：1 表示 MTF，2 表示实部，3 表示虚部，4 表示弧度单位的相位，5 表示方波 MTF。如果给定的任何变量超出有效范围，则会使用最近的值替代。使用 FFT MTF 方法来计算 MTF、实部和虚部等数据值（参阅“FFT MTF”）。返回的数据存储在指定的矢量数组变量中，存储格式如下所示：

矢量位置 0：子午响应；矢量位置 1：弧矢响应。

示例：

```
!This macro computes the T & S response at 30 lp/mm
! for the currently loaded lens, polychromatic,
! at the maximum defined field,
! and a 32x32 grid density (sampling = 1).
!Data will be placed in vector 1.
!This is all it takes to get the data:
GETMTF 30, 0, NFLD(), 1, 1, 1
PRINT "Tangential response:", vec1(0)
PRINT "Sagittal response :", vec1(1)
```

GETNSCMTF 在非序列模式下，根据矩形探测器上的点列图，计算 X 和 Y 方向的几何 MTF.*语法：* GETNSCMTF 频率, 表面, 物体 *详述：*“频率”是以 MTF 单位表示的空间频率(参阅“MTF 单位”)。如果频率小于 0，则 GETNSCMTF 使用其绝对值。“表面”允许在序列/非序列模式下使用此变量，对于纯非序列模式下的系统，始终将“表面”值设为 1。“物体”表示非序列中的物体编号，指定需要计算 MTF 的矩形探测器，且只能是矩形探测器。计算时采用几何 MTF 方法，即在矩形探测器上对点列图进行傅里叶变换。

返回的数据存储在指定的矢量数组变量中，存储格式如下所示：

矢量位置 0：X 方向 MTF；矢量位置 1：Y 方向 MTF。

示例：

```
! This macro computes the X & Y direction NSC MTF at 50 lp/mm
! at object 10 - Detector Rectangular
PRINT "Resetting detectors..."
y = NSDD(0, 0, 0, 0)
PRINT "Tracing rays..."
NSTR 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0
PRINT "Calculating MTF X and Y..."
GETNSCMTF 50.0, 1, 10
PRINT "mtf X = " + $STR(vec1(0))
PRINT "mtf Y = " + $STR(vec1(1))
```

GETPSF

使用 FFT 算法计算衍射点扩散函数 (PSF)，并将数据存储于指定的矢量数组中（ VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4 ）。

语法：

```
GETPSF wave, field, sampling, vector, unnormalized, phaseflag, imagedelta
```

详述：

wavelength 指定用于计算的波长编号，wavelength 为 0 时表示多色计算。field 必须为 1 到最大视场数之间的整数，表示要计算的视场编号。sampling 可为 1 (32 x 32)、2 (64 x 64)、3 (128 x 128) 等... 最大为 2048 x 2048。vector 为 1 到 4 之间的整数，指定数据存储的矢量数组(VEC1,VEC2,VEC3 或 VEC4)。unnormalized 值为 0 或 1，为 0 表示返回的所有数据归一化；否则为 1。phaseflag 可为 0 或 1，为 0 表示返回强度数据，为 1 表示返回角度数据。imagedelta 表示 PSF 点之间的间隔（以微米为单位），为 0 表示采用默认间距。波长必须是单色光才能计算相位数据。如果给定的任何变量超出有效范围，则会使用最近的值替代。

返回的数据存储在指定的矢量数组变量中，存储格式如下所示：

矢量位置 0：矢量数组中 PSF 数据点的总数。通常，此数值为 4*n*n，其中 n 是采样尺寸（32、64 等）。例如，如果采样密度是 2，则光瞳采样将为 64 x 64，此时数组中有 128 x 128（即 16,384）个值。每个数值需要 8 个字节，总共 131 kb。如果采样密度为 1024 ，则数组至少需要 8 Mb 存储数据，还需要 64 Mb 或更多空间来计算 PSF。矢量位置 0 返回其他值表示出现不同错误。返回 0 表示终止计算。返回 -1，表示矢量数组的大小不足以容纳所有数据，可使用 SETVECSIZE 来增大数组尺寸。返回 -2，表示没有足够系统 RAM 来计算 PSF 数据。返回 -3，表示计算 PSF 时出现常规错误。

矢量位置 1 到 4*n*n 返回 PSF 强度数据。前 2n 个值是第一行，从左到右依次为 -x 到 +x，接下来每 2 n 个值为一行，从 -y 到 +y 行。

矢量位置 4*n*n+1 返回数据值之间的间隔（以微米为单位）。

示例：

```
!This macro computes the PSF
! for the currently loaded lens, polychromatic,
! at the first field,
! and a 32x32 grid density (sampling = 1),
! data will be placed in vector 1,
! normalized to 1,
! no phase data,
! default image delta.

SETVECSIZE 4500
GETPSF 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0
np = vec1(0)
IF (np == 0)
      PRINT "PSF Computation aborted."
      GOTO 1
ENDIF
IF (np == -1)
      PRINT "SETVECSIZE too small for PSF data."
      GOTO 1
ENDIF
IF (np == -2)
      PRINT "Not enough system RAM for PSF data."
      GOTO 1
ENDIF
PRINT "There are ", np, " data points, spaced ", vec1(np+1), " micrometers apart".
LABEL 1
```

GETSYSTEMDATA

获取大部分系统数据，比如有效焦距、工作 F/#、切趾因子以及与面型无关的其它数据。返回的数据存储在指定的矢量数组变量中(VEC1,VEC2,VEC3 或 VEC4)。

语法：

```
GETSYSTEMDATA vector_expression
```

详述：

数据存储在指定的 VECn 数组变量中。例如，如果执行命令 GETSYSTEMDATA 1，则系统数据存储于矢量 VEC1 中。另请参阅 SETSYSTEMPROPERTY。

数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

0：指定矢量数组中系统数据的数量。
1：孔径值
2：切趾因子
3：切趾类型（0：无，1：高斯，2：正切）
4：“折射率与环境匹配”设置（1 表示勾选，0 表示未勾选）
5：以摄氏度表示的温度（仅当“使用环境数据”为 true 时才有效）
6：以 ATM 表示的压强（仅当“使用环境数据”为 true 时才有效）
7：有效焦距
8：像方空间 F/#
9：物方空间数值孔径
10：工作 F/#
11：入瞳直径
12：入瞳位置
13：出瞳直径
14：出瞳位置
15：近轴像高
16：近轴放大率
17：角放大率
18：系统总长
19：光线瞄准（0 表示关闭，1 表示近轴，2 表示实际）
20：X 光瞳漂移
21：Y 光瞳漂移
22：Z 光瞳漂移
23：光阑面编号
24：全局坐标参考面编号
25：远心物空间（0 表示关闭，1 表示开启）
26：多重结构数量
27：多重结构操作数的数量
28：评价函数操作数的数量
29：公差操作数的数量
30：无焦像方空间（0 表示关闭，1 表示开启）
31：X 光瞳压缩
32：Y 光瞳压缩
33：系统的轴对称性（0 表示轴对称，1 表示非轴对称）

GETTEXTFILE(keywords)

根据 OpticStudio 中分析窗口的文本创建新的文本文档。

语法：

```
GETTEXTFILE textfilename, type, settingsfilename, flag
```

详述：

textfilename 可以是引号内的文件名或者字符串变量名，包括要创建文件的完整路径、名称和扩

展名。字符串函数 $TEMPFILENAME 可用于定义合适的临时文件名。

type 变量是一个 3 字符的字符串代码，表示要执行的分析窗口类型。如果需要不同分析窗口对应的字符串代码的完整列表，请参阅[编程菜单](Programming Tab)的[字符串代码](String Codes)栏目。如果没有提供分析窗口的类型或者无法识别类型，则进行标准光线追迹。

settingsfilename 变量可以是引号内的设置文件名或者字符串变量名， OpticStudio 执行 GETTEXTFILE 命令时采用已保存的设置进行文本计算，设置类型具体取决于 flag 参数的数值。

如果 flag 的值为 0，那么将使用默认设置。如果当前镜头文件修改了某些分析窗口的默认设置并保存了.cfg 格式文件，则将使用当前镜头文件定义的设置，这些设置都存储于 “lensfilename.cfg”格式文件中。如果当前镜头没有.cfg 格式文件，则将使用存储在 zemax\configs 文件夹中的“Zemax.CFG”文件定义的设置。如果没有任何预先设置，则使用 OpticStudio 的“出厂”默认设置。

如果 flag 的值为 1，那么使用设置文件中的有效设置进行计算并生成文件。如果设置文件中的数据无效，则使用默认设置进行计算并生成文件。只有通过 OpticStudio 保存的设置文件才有效，用户可将其重命名。例如，在点列图的设置对话中，点击[保存](Save)将生成“SPT.CFG”文件。此时将其重命名为“MySPT.CFG”，然后可在执行 GetTextFile 命令时将 settingsfilename 变量设为“MySPT.CFG”的完整路径名。

如果 flag 的值为 2，那么将会显示设置文件中的有效设置对话框，用户可在对话框中对当前设置进行修改，GETTEXTFILE 根据新的设置生成文件。设置对话框使用当前镜头数据编辑器中的数据进行计算。

不管 flag 的值是多少，只要 settingsfilename 使用了有效的文件名，那么设置都将写入到设置文件中，并覆盖文件中的所有数据。要修改现有设置文件中定义的设置，请使用 关键字 MODIFYSETTINGS。

GETTEXTFILE 仅支持文本文件，不支持图形文件。

另请参阅 OPEN、CLOSE、READ、READNEXT、READSTRING 和 MODIFYSETTINGS。

示例：

```
!Macro sample to generate cardinal points in a file.
!Get a temporary file name
A$ = $TEMPFILENAME()
!Compute the data and place in the temp file
GETTEXTFILE A$, Car
!Open the new file and print it out
OPEN A$
LABEL 1
READSTRING B$
IF (EOFF()) THEN GOTO 2
PRINT B$
GOTO 1
LABEL 2
CLOSE
```

GETVARDATA

获取当前所有优化变量的数量、类型和数值。并将数据存储于某个矢量数组变量中（VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4）。

语法：

```
GETVARDATA vector
```

详述：

数据存储于指定的数组变量 VECn 中。例如，如果执行了命令 GETVARDATA 1，那么数据将存储于 VEC1 中。数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

```
0：n，变量的数量
1：第一个变量的类型代码
2：第一个变量的表面编号
3：第一个变量的参数编号
4：第一个变量的物体编号
5：第一个变量的数值
5*q-4：第 q 个变量的类型代码
5*q-3：第 q 个变量的表面编号
5*q-2：第 q 个变量的参数编号
5*q-1：第 q 个变量的物体编号
5*q：第 q 个变量的数值
etc...
```

整数 q 的值从 1 到 n，其中 n 是变量数量。如果 n 为 0，则无有效数据返回。数组位置 0 ： n 值始终有效。变量的类型代码如下表所述。对于不同类型的变量，表面编号、参数编号和物体编号可能没有意义。

GETVARDATA 的类型和 ID 代码

变量类型	类型代码	表面	参数	物体
曲率	1	表面#	-	-
厚度	2	表面#	-	-
圆锥系数	3	表面#	-	-
折射率 Nd	4	表面#	-	-
阿贝数 Vd	5	表面#	-	-

部分色散 $\Delta P_{g,F}$	6	表面#	-	-
TCE	7	表面#	-	-
参数值	8	表面#	参数#	-
附加数据值	9	表面#	附加数据#	-
多重结构操作数值	10	操作数#	结构#	-
非序列物体位置 X	11	表面#	-	物体#
非序列物体位置 Y	12	表面#	-	物体#
非序列物体位置 Z	13	表面#	-	物体#
非序列物体 X 倾斜	14	表面#	-	物体#
非序列物体 Y 倾斜	15	表面#	-	物体#
非序列物体 Z 倾斜	16	表面#	-	物体#
非序列物体参数	17	表面#	参数#	物体#

GETZERNIKE

计算当前载入的镜头文件的 泽尼克边缘、标准或环形系数，并将其存储于某个矢量数组变量中（VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4）。

语法：

```
GETZERNIKE maxorder, wave, field, sampling, vector, zerntype, epsilon, reference
```

详述：

对于 泽尼克边缘系数而言，变量 maxorder 为 1 到 37 之间的任何数值，对于 标准系数或环形系数，变量 maxorder 为 1 到 231 之间的任何数值（请参阅下文有关 zerntype 的详述）。wavelength 和 field 是分别表示波长和视场编号对应的整数值。sampling 的值指定用于拟合系数的网格尺寸。sampling 可以是 1 (32 x 32)、2 (64 x 64) 等，最大为 2048 x 2048。vector 变量必须为介于 1 到 4 之间的整数，指定将数据存储在哪个矢量数组中。zerntype 为 0 表示 边缘泽尼克项，1 表示标准泽尼克项，2 表示 环形泽尼克项。关于不同类型泽尼克项的更多描述，请参阅[泽尼克边缘系数](Zernike Fringe Coefficients), [泽尼克标准系数](Zernike Standard Coefficients), 及[泽尼克环形系

数](Zernike Annular Coefficients)。对于泽尼克环形系数，“epsilon”表示环形比率；对于其它泽尼克类型，将忽略此值。要使 OPD 参考主光线，reference 值应为 0 或者忽略；reference 值为 1 表示参考面顶点。如果给定的任何变量超出有效范围，则会使用最近的值替代。

数据用以下格式返回在其中某个矢量数组中：矢量位置 1：以波长为单位的 PV 值；矢量位置 2：OPD 为 0 时的 RMS 值（以波长为单位）（此值没有实际意义，仅供参考）；矢量位置 3：主光线的 RMS 值（以波长为单位）；矢量位置 4：图像质心的 RMS 值（以波长为单位）（这是与图像质量相关的最有实际意义的数值）；矢量位置 5：以波长为单位的方差值；矢量位置 6：斯特列尔比；矢量位置 7： RMS 拟合误差（以波长为单位）；矢量位置 8：任意点的最大拟合误差（以波长为单位）；其余的矢量位置包含实际的 Zernike 系数数据。例如，Zernike 项数 1 位于矢量位置 9，Zernike 项数 2 位于矢量位置 10，以此类推。

示例：

```
!This macro computes the first 37 Zernike Fringe coefficients
! for the currently loaded lens, at wave 1, field 1
! and a 32x32 grid density (sampling = 1).The coefficients
! will be placed in vector 1.First get the data:
GETZERNIKE 37,1,1,1,1,0
!Now print it out:
FORMAT 16.6
PRINT "Peak to Valley  : ", vec1(1)
PRINT "RMS to chief    : ", vec1(3)
PRINT "RMS to centroid : ", vec1(4)
PRINT "Variance      : ", vec1(5)
PRINT "Strehl ratio    : ", vec1(6)
PRINT "RMS Fit Error   : ", vec1(7)
PRINT "Maximum Fit Error : ", vec1(8)
i = 1
label 1
      FORMAT 2.0
      PRINT "Zernike #", i, " = ",
      FORMAT 16.6
      PRINT vec1(8+i)
      i = i + 1
if (i < 38) THEN GOTO 1
PRINT "All Done!"
```

GLAS

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

GLASSTEMPLATE

GLASSTEMPLATE 设置玻璃替代模板上的数据。

语法：

```
GLASSTEMPLATE code, data
```

详述：

对于复选框 code 的值，使用玻璃替代模板的代码为 0，排除数据不全的玻璃的代码为 1，标准的代码为 11，首选的代码为 12，废弃的代码为 13，特殊的代码为 14，使用相对成本、CR、FR、SR、AR 和 PR 的代码分别为 21-26。如果 data 的值为 0，则将取消选中此复选框。任何非 0data 值都将选中此复选框。
若要修改使用相对成本、CR、FR、SR、AR 和 PR 对应的数值，则 code 的值分别为 31-36，data 的值可根据用户需求输入合适值。

相关函数：

GTEM

GLENSNAME

GLENSNAME 在用户自定义的图形屏幕上的文本框左上角显示当前镜头名称。

语法：

```
GLENSNAME
```

详述：

GLENSNAME 主要用于使用户自定义的图形类似于其它 OpticStudio 图形。

示例：

请参阅 GRAPHICS 一节。

GLOBALTOLOCAL(keywords)

将坐标变换从全局转换为局部坐标系参考。

语法：

```
GLOBALTOLOCAL surf1, surf2, direction
```

详述：

GLOBALTOLOCAL 可以将所有相邻坐标变换面合并成一个单一的坐标变换面。surf1 和 surf2 定义表面范围。direction 为 0 表示坐标正向，为 1 表示坐标反向。请参阅[全局到局部](Global To Local)。

另请参阅 LOCALTOGLOBAL。

GOSUB、SUB、RETURN 和 END

这四个关键字同时使用，用于在 ZPL 宏文件中定义和调用子程序。每个关键字都有特殊用途。GOSUB 用于将程序流定位到某个子程序。SUB 用于定义子程序名称，并指定子程序主体的开始。RETURN 表示在调用了最新的 GOSUB 后，宏继续执行。END 用于终止宏。

语法：

有关语法示例，请参阅[示例](Example)一节。

详述：

每个 ZPL 宏文件的子程序不能超过 100 个。每个子程序都必须用 RETURN 命令来终止。子宏体中可能不止一个 RETURN 命令。如果定义了子程序，那么至少使用一个 END 命令来指示主宏体的结束，主宏体必须在文件的顶部。

在一个 ZPL 宏中使用的嵌套级别不能超过 100。例如，如果子程序 ABC 调用子程序 XYZ，则嵌套级别为 2。如果子程序 XYZ 又调用子程序 DEF，则嵌套级别为 3。

ZPL 中的所有变量均为全局变量。任何一个在子程序中使用或定义的变量，也都会存在于主宏中。

示例：

```
x = 1 y = 2
GOSUB add
print "the sum of ", x, " and ", y, " is ", z
END

SUB add
z = x + y
RETURN
```

GOTO

通常情况下，宏中的每行命令依次执行。GOTO 可用于定义在宏中的任意点重新开始执行。GOTO 始终与 LABEL 命令一起使用。

语法：

```
GOTO label_number
GOTO text_label
```

详述：

在宏中必须有一个包含对应 label_number 或 text_label 的 LABEL 命令，否则宏将出现错误。

示例：

```
LABEL 1
```

```
x = RAND(10)
if x <= 5 THEN GOTO 1
PRINT " X is greater than 5 "
```

GRAPHICS(keywords)

使用图形标题对应的标尺线创建一个标准 OpticStudio 图形框架。
有关创建图形的简单方法，请参阅“PLOT”和“PLOT2D”。

语法：

```
GRAPHICS
GRAPHICS NOFRAME
GRAPHICS OFF
```

详述：

如果单独定义了 GRAPHICS，那么将产生一个标准的 OpticStudio 图形窗口。如果提供了可选的变量 NOFRAME，那么在标准图形窗口中不会显示标题栏。所有后续图形命令都会发送到这个新创建的窗口中。GRAPHICS OFF 将关闭现已打开的图形窗口，然后显示这个关闭的窗口。

示例：

```
graphics
xmx = xmax()
xmn = xmin()
ymx = ymax()
ymn = ymin()
xwidth = xmx-xmn
ywidth = ymx-ymn
xleft = xmn + (.1 * xwidth)
xrigh = xmn + (.9 * xwidth)
ytopp = ymn + (.1 * ywidth)
ybott = ymn + (.7 * ywidth)
line xleft,ytopp,xrigh,ytopp
line xrigh,ytopp,xrigh,ybott
line xrigh,ybott,xleft,ybott
line xleft,ybott,xleft,ytopp
gtitle " the rain in spain falls mainly on the plain"
glensname
gdate
gtext xmx/2,ymx/2,0, " start this text in the center."
gtextcent ymx*.05, " center this text near the top."
gtext xmx*.05,ymx*.75,90, " place me vertically near left edge."
gtext xmx*.15,ymx*.68,30, " orient me at 30 degrees."
graphics off
```

相关关键字：

LINE、GITITLE、GLENSNAME、GDATE、GTEXTCENT、GTEXT、PIXEL、PLOT

GTEXT

GTEXT 表示使用自定义文本来标记图形。

语法：

```
GTEXT               x,              y,              angle,              user_text
GTEXT x, y, angle, A$
```

详述：

坐标 x 和 y 指定要显示文本字符串 user_text 的左边缘。user_text 可以是用引号内的常量字符串，也可以是字符串变量。angle 指定自定义文本相对于图形框架的旋转角度，默认为 0 度（水平）。另请参阅 SETTEXTSIZE。

示例：

请参阅[图形](GRAPHICS)。

GTEXTCENT

GTEXTCENT 表示使用用户自定义文本标记图形中心。

语法：

```
GTEXTCENT y, user_text
```

详述：

坐标 y 指的是文本字符串 user_text 的垂直位置。另请参阅 SETTEXTSIZE。

示例：

请参阅[图形](GRAPHICS)。

GTITLE

GTITLE 类似于 GTEXT，唯一区别是需要指定文本，且文本将显示在图形标题栏的中央。GTITLE 用于使 ZPL 图形函数生成的图形类似于 OpticStudio 标准图形。

语法：

```
GTITLE user_title
```

示例：

请参阅[图形](GRAPHICS)。

HAMMER(keywords)

调用锤形优化算法，使用当前评价函数来优化当前镜头。

语法：

```
HAMMER
HAMMER                                                    number_of_cycles
HAMMER number_of_cycles, algorithm
```

详述：

如果未提供变量，则锤形优化将使用阻尼最小二乘法运行 1 个周期。如果提供了变量，则变量必须为 1 到 99 之间的整数，并且锤形优化算法将运行指定的周期数。 algorithm 变量为 0 时表示使用阻尼最小二乘法，为 1 时表示使用正交下降法。有关更多信息，请参阅[执行优化](Performing an optimization)。

相关函数：

MFCN

示例：

```
PRINT "Starting merit function:", MFCN()
HAMMER 3
PRINT "Ending merit function :", MFCN()
```

IF-THEN-ELSE-ENDIF

IF 提供了有条件的宏执行和分支。

语法：

```
IF                                                        (expression)
(commands)
ELSE                                                       (commands)
ENDIF
```

或

```
IF (expression) THEN (command)
```

详述：

IF-ELSE-ENDIF 结构用于有条件地执行 IF 后面的命令或者 ELSE 后面的命令，但两者不能同时执行。如果 expression 的值为 0，则被视为假（ false），否则被视为真（ true）。expression 可以是任何有效的 ZPL 表达式（由函数、变量、操作数和常量组成）。IF 命令必须与 ENDIF 成对使用，但 ELSE 为可选。IF-ENDIF 对可以嵌套到任何级别。

IF-THEN 结构便于对单个指令有条件的执行。如果指定了 THEN 关键字，则 IF 命令终止，并且不需要 ENDIF。IF-THEN 结构中不支持 ELSE 关键字。

示例：

```
x = 1
y = 2
if (x < y)
     PRINT "x is less than y"
ELSE
     if (x == y) THEN PRINT "x equals y"
     if (x > y) THEN PRINT "x is greater than y"
ENDIF
```

IMA

计算几何图像分析功能并将结果保存到 BIM 文件中。有关 BIM（二进制图像）格式的描述，请参阅“BIM 格式”。有关几何图像分析功能的描述，请参阅“几何图像分析”。

语法：

```
IMA outfilename,infilename
```

详述：

此关键字需要指定输出的 BIM 文件名称，可选择的输入 IMA 或 BIM 文件名称。如果未提供 outfilename 的扩展名，则附加扩展名 BIM。必须在 infilename 中提供扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。outfilename 和 infilename 都必须存放在 <data>\<images> 文件夹中。文件名不能包含路径。

几何图像分析功能的参数设置采用的是当前镜头之前保存过的设置。若要调整这些参数设置，请打开[几何图像分析](Geometric Image Analysis)窗口并选择适当的设置，然后按[保存](Save)。在[显示为](Show As)参数下拉菜单中不能选择[点列图](spot diagram)。后续对 IMA 的调用都会使用保存的设置。输出文件名和输入源文件例外，输出文件名为 IMA 关键字之后的第一个变量，输入源文件为 IMA 关键字之后的第二个可选变量。

示例：

```
IMA "output.BIM", "LETTERF.IMA"
```

相关关键字：

IMASHOW、IMASUM

IMAGECOMBINE

合并两个图形文件，并将合并的图形写入到新文件中。

语法：

```
IMAGECOMBINE source1$, source2$, destination$, mode$
```

详述：

此关键字将打开两个源图形文件，将其合并为单个图像，然后将结果写入到目标文件中。文件可为 BMP、JPG 或 PNG 格式。基于所提供的扩展名，不同的格式之间可以自动转化。如果源图像的行数相同，则可以从左到右合并。如果源图像的列数相同，则可以从上到下合并。使用的合并方式取决于 mode$ 值，mode$ 值可由“LEFTRIGHT”或“TOPBOTTOM”来定义。

示例：

```
S1$ = "C:\TEMP\SOURCE1.JPG" S2$ = "C:\TEMP\SOURCE2.JPG"
D$ = "C:\TEMP\DESTINATION.JPG" M$ = "LEFTRIGHT"
IMAGECOMBINE S1$, S2$, D$, M$
```

相关函数：

PIXX, PIXY

相关关键字：

IMAGEEXTRACT

IMAGEEXTRACT

提取图形文件的矩形区域，并将此区域写入到新文件中。

语法：

```
IMAGEEXTRACT source$, destination$, startx, starty, width, height
```

详述：

此关键字打开源图形，提取文件的矩形区域，然后将提取的区域写入到目标文件中。文件可为 BMP、JPG 或 PNG 格式。基于所提供的扩展名，不同的格式之间可以自动转化。startx 和 starty 值分别表示与左侧和顶部的偏移量（以像素为单位）。顶部行和左侧列都从编号 1 开始。Width 和 height 值表示要提取的矩形区域的大小（以像素为单位）

示例：

```
S$ = "C:\TEMP\SOURCE.JPG"
D$ = "C:\TEMP\DESTINATION.JPG"
IMAGEEXTRACT S$, D$, 1, 1, 20, 20
```

相关函数：

PIXX, PIXY

相关关键字：

IMAGECOMBINE

IMASHOW

在视图窗口中显示一个 IMA 或 BIM 文件。有关 IMA 和 BIM 文件格式的描述，请参阅[IMA 格式](The IMA format)和[BIM 格式](The BIM format)”。

语法：

```
IMASHOW filename.ima
```

详述：

此关键字需要 指定 IMA 或 BIM 文件的名称。必须包含扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。文件必须位于 <data>\<im- ages> 文件夹中。该命令将打开新窗口来显示文件。

示例：

```
IMASHOW "LETTERF.IMA"
```

相关关键字：

IMA、IMASUM

IMASUM

对 BIM 文件中的强度求和。尽管此函数的名称为“IMASUM ”，但目前只能对 BIM 文件求和，不能对 IMA 文件求和。这个限制是由 IMA 文件格式中所支持的灰阶数量较低而导致的。有关 IMA 和 BIM 文件格式的描述，请参阅“IMA 格式”和“BIM 格式”。

语法：

```
IMASUM filename1, filename2, outfilename
```

详述：

此关键字需要指定三个 BIM 文件名（文件名可相同）。三个文件都必须是 BIM 格式。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。文件必须位于 <data>\<images> 文件夹中，也是输出文件的位置。两个源文件必须具有相同数量的像素和色彩通道，否则将出现错误信息。

示例：

```
IMASUM "A.BIM", "B.BIM", "sum of A and B.BIM"
```

相关关键字：

IMA, IMASHOW

IMPORTEXTRADATA(keywords)

通过一个文件将数据导入到镜头数据编辑器中。

语法：

```
IMPORTEXTRADATA surface, filename
```

详述：

surface 必须是使用附加数据值的有效表面编号。filename 应包含完整路径。关于有效数据格式，请参阅序列模式中“栅格矢高”表面的“导入栅格数据”。

INPUT

INPUT 在宏执行时，提示用户输入数值或文本。

语法：

```
INPUT              "Prompt              String"              ,              variable
INPUT                                                                      variable
INPUT            "Prompt            String"            ,            string_variable$
INPUT string_variable$
```

详述：

variable 可以是任何有效变量名称。如果变量名是字符串变量，则表示输入的内容是文字字符串，否则表示输入的内容是数值。如果没有指定 Prompt String，则 INPUT 命令将使用“?”进行提示。提示框一直显示在屏幕上，直到用户用键盘输入相关数值或字符串。Prompt String 的长度不能超过 200 个字符。

示例：

```
INPUT "Enter value for x:", x
PRINT "X = ", x
INPUT "Enter a value for A$:", A$
PRINT A$
```

INSERT

INSERT 可在镜头数据编辑器中插入新表面。

语法：

```
INSERT surf
```

详述：

surf 值必须为整数表达式。另请参阅“DELETE”和“SURFTYPE”。

示例：

```
INSERT 5
INSERT i+2*j
```

INSERTCONFIG

INSERTCONFIG 可在多重结构编辑器中插入新的结构组态。

语法：

```
INSERTCONFIG config
```

详述：

config 可为整数值或整数表达式，其结果必须大于 0 且小于等于当前结构数量加 1。另请参阅 DELETECONFIG 和 INSERTMCO。

示例：

```
INSERTCONFIG 4
```

INSERTMCO(keywords)

INSERTMCO 可在多重结构编辑器中插入新的多重结构操作数。

语法：

```
INSERTMCO row
```

详述：

row 可为整数值或整数表达式，其结果必须大于 0 且小于等于当前操作数的数量加 1。另请参阅 DELETEMCO 和 INSERTCONFIG。

示例：

```
INSERTMCO 7
```

INSERTMFO(keywords)

INSERTMFO 可在评价函数编辑器中插入一个新的评价函数操作数。

语法：

```
INSERTMFO row
```

详述：

row 可为整数值或整数表达式，其结果必须大于 0 且小于等于当前操作数的数量加 1。另请参阅

DELETEMFO 和 SETOPERAND。

示例：

```
INSERTMFO 23
```

INSERTOBJECT(keywords)

插入一个新的 NSC 物体。

语法：

```
INSERTOBJECT surf, object
```

详述：

surf 值必须为整数表达式，在混合序列/非序列模式下，surf 的值必须为非序列组件表面的编号。在非序列模式下， surf 的值设为 1。object 的值必须为介于 1 和当前物体数加 1 之间的整数，包括首尾值。新物体将按照指定的位置插入，OpticStudio 会根据要求重新对其它物体进行编号。另请参阅 DELETEOBJECT 和 SETN- SCPROPERTY。

示例：

```
INSERTOBJECT 1, 1
```

INSERTTOL

INSERTTOL 可在公差数据编辑器中插入一个新的公差操作数。

语法：

```
INSERTTOL row
```

详述：

row 可为整数值或整数表达式，其结果必须大于 0 且小于等于当前操作数的数量加 1。另请参阅 DELETETOL 和 SETTOL。

示例：

```
INSERTTOL 3
```

LABEL

LABEL 可为 GOTO 命令提供目标，更多详情，请参阅“GOTO”。

语法：

```
LABEL                                                    label_number
LABEL text_label
```

详述：

label_number 必须是大于 0 的整数，如 1 或 7。如果使用了 text_label，则 text_label 不得包含空格或者用作分隔符的其它特殊字符。LABEL 自身对程序流没有任何影响。在一个宏中，使用的 LABEL 命令不能超过 300 个。

示例：

```
LABEL 7
LABEL startover
```

LINE(keywords)

LINE 是用于图形显示的直线绘制函数。

语法：

```
LINE oldx, oldy, newx, newy
```

详述：

LINE 将求出四个表达式的值，并绘制出连接定义点的直线。坐标指的是当前图形结构的坐标，坐标必须限定在 XMIN、YMIN、XMAX 和 YMAX 定义的边界内。LINE 可将整数坐标值准确绘制出来，也支持实数坐标变量，将其设为最接近的等效整数值。LINE 仅在图形模式下有效。绘制直线的颜色由当前画笔颜色决定，当前画笔颜色可通过关键字 COLOR 来指定。

示例：

请参阅[图形](GRAPHICS)。

LOADARCHIVE

打开现有 Zemax 存档文件 (*.ZAR)。

语法：

```
LOADARCHIVE filename, extractpath
```

详述：

filename 必须包含存档文件的名称，包括文件扩展名。如果 filename 不包含存档文件的完整路径，则会使用镜头的默认文件夹。如果未定义 extractpath，则假定提取路径与 filename 路径相同。随后将打开存档文件中定义的镜头和 Session 文件。请参阅[恢复存档文件](Restore From Archive File)。

LOADCATALOG

为当前加载的镜头重载玻璃库和膜层库。

语法：

```
LOADCATALOG
```

详述：

载入镜头后，将自动载入任何相关的玻璃库和数据文件，包括 COATING.DAT 文件（如果尚未载入）。但是，如果数据库目录已被修改（可能是由 ZPL 宏自身修改的），那么需要用关键字 LOADCATALOG 来重新载入这些库。若在打开当前 ZEMAX Session 文件之后修改了 COATING.DAT 或玻璃 AGF 库文件，则不需要使用此关键字。

LOADDETECTOR(keywords)

将保存在某个文件中的数据加载到 NSC 矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器或体探测器物体中。

语法：

```
LOADDETECTOR surf, object, filename
```
详述：

此关键字需要指定 surf 和 object 的数值表达式以及 filename。在混合序列/非序列模式下，surf 是非序列组件的表面编号；在非序列模式下，surf 的值设为 1。object 是探测器物体的编号。filename 可包含完整路径，如果没有提供路径，则会使用当前镜头的路径。对于矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体，扩展名应分别为 DDR、DDC、DDP 或 DDV。

相关关键字：

SAVEDETECTOR

LOADLENS

加载一个新的镜头文件，替换当前内存中的镜头文件。

语法：

```
LOADLENS filename, appendflag, session
```

详述：

LOADLENS 将加载一个镜头文件。如果 filename 包含完整路径（如 C:\MYDIR\MYLENS.ZMX），则将加载指定文件。如果 filename 不含完整路径，则将使用镜头的默认文件夹（参阅[文件夹](Folders)）。

如果 appendflag 为 0 或者不存在，则 LOADLENS 将直接加载指定文件。如果 appendflag 大于 0，则将文件附加到当前镜头数据中，从 appendflag 值指定的表面开始。仅在序列模式下，将一个系统附加到另一个系统时，才会使用 appendflag。目前不支持附加非序列系统。

如果 session 标记不为 0，则将加载镜头的任何关联 session 文件，并且所有窗口都将更新，否则将忽略镜头 session 文件。

示例：

```
LOADLENS "COOKE.ZMX"
```

相关关键字：

SAVELENS

LOADMERIT(keywords)

加载评价函数文件，替换当前镜头中的评价函数。

语法：

```
LOADMERIT                                                    "filename"
LOADMERIT file$
```

详述：

LOADMERIT 将通过 .MF 文件加载一个新的评价函数。如果 filename 包含完整路径（如 C:\MYDIR\MYLENS.MF），则将直接加载指定文件。如果 filename 不含完整路径，则将使用 默认路径文件夹<data>\MeritFunction （参阅[文件夹](Folders)(“Folders”)）。此关键字还可以使用相同语法从 ZMX 文件中加载评价函数。另请参阅 SAVEMERIT。

LOADTOLERANCE(keywords)

加载公差文件，替换当前镜头中的公差。

语法：

```
LOADTOLERANCE "filename"
LOADTOLERANCE file$
```

详述：

LOADTOLERANC 将加载新的公差文件。如果 filename 包含完整路径（如 C:\MYDIR\MYLENS.TOL），则将加载指定文件。如果 filename 不含完整路径，则将使用 默认路径文件夹<data>\Tolerance（参阅[文件夹](Folders)(“Folders”)）。另请参阅 SAVETOLERANCE。

LOCALTOGLOBAL(keywords)

将坐标变换从局部参考转换为全局参考。

语法：

```
LOCALTOGLOBAL surf1, surf2, reference
```

详述：

LOCALTOGLOBAL 可将所有坐标变换修改为 3 组坐标变换，提供了一种在全局坐标中定位表面的方法。surf1 和 surf2 定义表面范围。reference 指定参考表面编号，必须位于 surf1 之前。请参阅[局部到全局坐标系](Local To Global)。另请参阅 GLOBALTOLOCAL。

LOCKWINDOW

锁定任何一个或所有打开的窗口。

语法：

```
LOCKWINDOW winnum
```

详述：

请参阅[图形窗口操作数](Graphic windows operations)。如果 winnum 为 0，则将锁定所有已打开的窗口。如果 winnum 为 -1，则在宏结束后，将锁定当前执行的窗口。

示例：

```
LOCKWINDOW 7
```

相关关键字：

UNLOCKWINDOW

MAKEFACETLIST

生成一个 ASCI 列表，列出任何可导入 CAD 文件的多面描述的顶点。

语法：

```
MAKEFACETLIST infile, outfile
```

详述：

infile 可以是字符串或字符串变量，包含 CAD 格式文件的完整路径。outfile 可以是字符串或字符串变量，包含输出文件的完整路径。输出文件是一个文本列表。在物体的多面描述中，每个三角形都有 18 行。前 6 行表示第一个三角形顶点 1 的数据，格式如下：

x 坐标
y 坐标
z 坐标
x 法向矢量
y 法向矢量
z 法向矢量

后续 6 行的值表示顶点 2，再接下来的 6 行的值表示顶点 3。18 个值共同定义第一个三角形。对下一个三角形重复此模式，每个三角形通过 18 个值来表示，直到写入所有三角形。

MAKEFOLDER

为文件创建一个文件夹。

语法：

```
MAKEFOLDER "C:\TEMP\TEST_FOLDER"
MAKEFOLDER path$
```

详述：

将创建一个新的文件夹。如果文件夹已经存在，则忽略此关键字。如果路径无效，则出现错误信息提示，并终止宏执行。

MODIFYSETTINGS(keywords)

修改 GETTEXTFILE 使用的设置文件中的数据。

语法：

```
MODIFYSETTINGS settingsfilename, type, value, windowtype
```

详述：

settingsfilename 可以是引号内的字符串或者字符串变量名称，并且包括要修改文件的完整路径、名称和扩展名。

变量 type 表示文本助记符，指定要修改文件中的哪些设置。下表中列出了不同变量 type 的助记符。由于有很多不同类型的分析窗口，并且每个窗口具有很多不同设置，因此 type 列表无法包含所有可能的设置。如果需要添加更多 type 值；请联系技术支持以获取帮助。

变量 windowtype 是一个 3 字符的字符串代码，指定要在特定镜头设置文件中查找的分析类型。如需字符串代码的完整列表，请参阅[编程菜单](Programing Tab)的[字符串代码](String Code)栏目。如果省略 windowtype，则将修改与变量 type 匹配的第一个设置；请注意，某些 type 可能匹配多个不同分析窗口设置；如果指定分析窗口中没有任何设置与给定 type 匹配，则不会对文件进行任何更改。

MODIFYSETTINGS 支持的类型代码

<table>
<tr><th>功能</th><th>有效的类型代码</th></tr>
<tr><td>2D 视图(2DLayout)</td><td>LAY_RAYS：光线数量。</td></tr>
<tr><td>探测器查看器
(Detector Viewer)</td><td>DVW_SURFACE：表面编号。用 1 表示非序列模式。
DVW_DETECTOR：探测器编号。
DVW_SHOW：“显示为”(“Show As”)设置。“Show As”取决于所显示的窗口类型(图形或文本)和探测器类型(矩形探测器、颜色探测器等等)。DVW-SHOW 的值对应于探测器窗口的 UI 中所需项目的位置：
<table>
<tr><th>值</th><th>图形窗口
颜色探测器</th><th>文本窗口
极坐标探测器</th></tr>
<tr><td>0</td><td>灰度图</td><td>完整数据列表</td></tr>
<tr><td>1</td><td>反灰度图</td><td>方位角截面数据</td></tr>
<tr><td>2</td><td>伪彩色图</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>反伪彩色图</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>真彩色图</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>行截面图</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>列截面图</td><td></td></tr>
</table>
DVW_ROWCOL：截面图的行数或列数。
DVW_ZPLANE：体探测器的 Z 平面编号。
DVW_SCALE：比例模式。用 0 表示线性，1 表示 Log -5，2 表示 Log -10，3 表示 Log -15。
DVW_SMOOTHING：整数平滑值。
DVW_DATA：“显示数据”(“Show Data”)设置。类似于 DVW_SHOW，</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>“Show Data”取决于其他设置，例如显示窗口类型、探测器类型及光源单位。DVW_DATA 的值对应于探测器窗口的 UI 中所需项目的位置，例如：

<table>
<tr><th>值</th><th>图形窗口
矩形探测器
光源单位：Lumens</th><th>文本窗口
总结所有</th></tr>
<tr><td>0</td><td>非相干辐照度</td><td>非相干辐照度</td></tr>
<tr><td>1</td><td>相干辐照度</td><td>相干辐照度</td></tr>
<tr><td>2</td><td>相干相位</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>辐射强度</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>辐亮度（位置空间）</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>辐亮度（角度空间）</td><td></td></tr>
</table>

DVW_ZRD：光线数据库名称，或者为空（表示无名称）。
DVW_FILTER：过滤字符串。
DVW_MAXPLOT：最大绘图比例。
DVW_MINPLOT：最小绘图比例。
DVW_OUTPUTFILE：输出文件名称。</td></tr>
<tr><td>扩展衍射图像分析(Extended Diffraction Image Analysis)</td><td>EXD_DISPLAYSIZE：显示尺寸。
EXD_FIELD：视场编号。
EXD_FILESIZE：文件大小。
EXD_WAVE：波长编号。</td></tr>
<tr><td>扩展光源圈入能量(Extended Source Encircled Energy)</td><td>XSE_FIELD：视场编号 (1, .., n)
XSE_FIELDSIZE：视场尺寸(Field Size)
XSE_WAVE：波长 (0 表示所有波长，1, …n)</td></tr>
</table>

	XSE_KRAYS：光线 x 1000 XSE_IMANAME：*.IMA 文件名 XSE_SURFACE：表面编号 XSE_MAXRAD：最大辐射距离 XSE_TYPE：数据类型(1 表示“圈入能量”，2 表示“仅 X”，3 表示“仅 Y”等等) XSE_REF：参考（0 表示“主光线”，1 表示“质心”，2 表示“顶点”） XSE_POLARIZATION：使用偏振标志（0 表示关闭，1 表示开启） XSE_REMVIGNET：移除渐晕因子标志 XSE_MULDIFFLI：乘以衍射极限标志
FFT PSF 线/边缘扩散 (FFT Line/Edge Spread)	LSF_COHERENT：0 表示非相干，1 表示相干 LSF_TYPE：用 0-9 分别表示 X-线性、Y-线性、X-对数、Y-对数、X-相位、Y-相位、X-实部、Y-实部、X-虚部或 Y-虚部。 LSF_SAMP：采样，用 1 表示 32 x 32，用 2 表示 64 x 64，以此类推。 LSF_SPREAD：用 0 表示线，1 表示边缘。 LSF_WAVE：波长编号，用 0 表示多色（仅限非相干） LSF_FIELD：视场编号。 LSF_POLARIZATION：用 0 表示无偏振，用 1 表示偏振。 LSF_PLOTSCALE：绘图比例。
FFT PSF	PSF_TYPE：用 0 到 4 分别表示线性、对数、实部或虚部。 PSF_SAMP：采样，用 1 表示 32 x 32，用 2 表示 64 x 64，以此类推。 PSF_WAVE：波长编号，用 0 表示多色。 PSF_FIELD：视场编号。 PSF_SURFACE：表面编号，用 0 表示像面。 PSF_POLARIZATION：用 0 表示无偏振，用 1 表示偏振。 PSF_NORMALIZE：用 0 表示非归一化，1 表示归一化。 PSF_IMAGEDELTA：像面采样间距（单位为微米）。

FFT PSF 截面图 (FFT PSF Cross Section)	PSF_TYPE：用 0-9 分别表示 X-线性、Y-线性、X-对数、Y-对数、X-相位、Y-相位、X-实部、Y-实部、X-虚部或 Y-虚部。 PSF_ROW：行数（如果进行 X 扫描）或列数（如果进行 Y 扫描）。用 0 表示中心。 PSF_SAMP：采样，用 1 表示 32 x 32，用 2 表示 64 x 64，以此类推。 PSF_WAVE：波长编号，用 0 表示多色。 PSF_FIELD：视场编号。 PSF_POLARIZATION：用 0 表示无偏振，用 1 表示偏振。 PSF_NORMALIZE：用 0 表示非归一化，1 表示归一化。 PSF_PLOTSCALE：绘图比例。
光迹图 (Footprint Diagram)	FOO_RAYDENSITY：光线密度。用 0 表示圆环，1 表示 10，2 表示 15，3 表示 20，以此类推。 FOO_SURFACE：表面编号。 FOO_FIELD：视场编号。 FOO_WAVELENGTH：波长编号。 FOO_DELETEVIGNETTED：删除渐晕，用 0 表示否，1 表示是。
几何位图图像分析 (Geometric Bitmap Image Analysis)	GBM_FIELDSIZE：Y 视场大小。 GBM_RAYS：每个像素的光线数。 GBM_XPIX：X 像素数。 GBM_YPIX：Y 像素数。 GBM_XSIZ：X 像元大小。 GBM_YSIZ：Y 像元大小。 GBM_INPUT：输入文件名 GBM_OUTPUT：输出文件名 GBM_SURFACE：表面编号 GBM_ROTATION：翻转设置
几何图像分析	IMA_FIELD：视场尺寸。

(Geometric Image Analysis)	IMA_IMAGESIZE：像面尺寸。 IMA_IMANAME：图像文件名。 IMA_KRAYS：光线数 x 1000。 IMA_NA：数值孔径。 IMA_OUTNAME：输出文件名称。 IMA_SURFACE：表面编号。 IMA_PIXELS：像素数。
离焦 FFT MTF (FFT Through Focus MTF)	TFM_SAMP：采样。用 1 表示 32x32，2 表示 64x64 等。 TFM_DELTAFOC：离焦范围。 TFM_FREQ：空间频率。 TFM_STEPS：焦平面移动步长。 TFM_WAVE：波长编号。0 表示所有波长。 TFM_FIELD：视场编号。0 表示所有视场。 TFM_TYPE：数据类型。用 0 表示调制，1 表示实部，2 表示虚部，3 表示相位，4 表示方波。 TFM_POLAR：使用偏振。用 0 表示否，1 表示是。 TFM_DASH：使用虚线。用 0 表示否，1 表示是。
惠更斯 MTF (Huygens MTF)	HMF_PUPILSAMP：光瞳采样。用 1 表示 32x32，2 表示 64x64 等。 HMF_IMAGESAMP：像面采样。用 1 表示 32x32，2 表示 64x64 等。 HMF_IMAGEDELTA：像面采样间距（单位为微米）。 HMF_CONFIG：结构编号。用 0 表示全部，用 1 表示当前。 HMF_WAVE：波长编号。用 0 表示多色。 HMF_FIELD：视场编号。0 表示所有视场。 HMF_TYPE：数据类型。当前仅支持调制 (0)。 HMF_MAXF：最大空间频率。 HMF_POLAR：使用偏振。用 0 表示否，1 表示是。 HMF_DASH：使用虚线。用 0 表示否，1 表示是。

离焦惠更斯 MTF (Huygens Through Focus MTF)	HTF_PUPILSAMP：光瞳采样。用 1 表示 32x32，2 表示 64x64 等。 HTF_IMAGESAMP：像面采样。用 1 表示 32x32，2 表示 64x64 等。 HTF_IMAGEDELTA：像面采样间距（单位为微米）。 HTF_CONFIG：结构编号。用 0 表示全部，用 1 表示当前。 HTF_FREQ：空间频率。 HTF_WAVE：波长编号。0 表示所有波长。 HTF_FIELD：视场编号。0 表示所有视场。 HTF_TYPE：数据类型。当前仅支持调制 (0)。 HTF_DELTAFOC：离焦范围。 HTF_STEPS：焦平面移动步长。 HTF_POLAR：使用偏振。用 0 表示否，1 表示是。 HTF_DASH：使用虚线。用 0 表示否，1 表示是。
惠更斯 MTF vs.视场 (Huygens MTF vs. Field)	HMH_SAMP：采样。用 1 表示 32x32，2 表示 64x64 等。 HMH_SCANTYPE：视场扫描类型。用 0 表示 +Y，1 表示 +X，以此类推。 HMH_WAVE：波长。0 表示所有波长。 HMH_FIELDDENSITY：视场密度。 HMH_FREQ1：空间频率 1。 HMH_FREQ2：空间频率 2。 HMH_FREQ3：空间频率 3。 HMH_FREQ4：空间频率 4。 HMH_FREQ5：空间频率 5。 HMH_FREQ6：空间频率 6。 HMH_POLAR：使用偏振。用 0 表示否，1 表示是。 HMH_DASH：使用虚线。用 0 表示否，1 表示是。 HMH_REMOVEVIGNETTING：移除渐晕因子。用 0 表示否，1 表示是。
惠更斯 PSF (Huygens PSF)	HPS_PUPILSAMP：光瞳采样，用 1 表示 32 x 32，用 2 表示 64 x 64，以此类推。

	HPS_IMAGESAMP：像面采样，用 1 表示 32 x 32，用 2 表示 64 x64，以此类推。 HPS_WAVE：波长编号，用 0 表示多色。 HPS_FIELD：视场编号。 HPS_IMAGEDELTA：像面采样间距（单位为微米）。 HPS_TYPE：数据类型。用 0 到 8 分别表示线性、Log -1、Log-2、Log -3、Log -4、Log-5、实部、虚部或相位。
惠更斯 PSF 截面图 (Huygens PSF Cross Section)	HPC_PUPILSAMP：光瞳采样，用 1 表示 32 x 32，用 2 表示 64 x 64，以此类推。 HPC_IMAGESAMP：像面采样，用 1 表示 32 x 32，用 2 表示 64 x 64，以此类推。 HPC_WAVE：波长编号，用 0 表示多色。 HPC_FIELD：视场编号。 HPC_IMAGEDELTA：像面采样间距（单位为微米）。 HPC_TYPE：数据类型。用 0 到 9 分别表示 X 线性、X 对数、Y 线性、Y 对数、X 实部、Y 实部、X 虚部、Y 虚部、X 相位或 Y 相位。
照度 XY 扫描 (Illumination XY Scan)	ILL_SOURCE：光源大小。 ILL_SMOOTH：采用的平滑值。 ILL_DETSIZE：探测器大小。 ILL_SURFACE：表面编号。
图像模拟 (Image Simulation)	ISM_INPUTFILE：输入文件名。指定的文件名应不含路径。 ISM_FIELDHEIGHT：Y 视场高度。 ISM_OVERSAMPLING：过采样值。用 0 表示无，1 表示 2X，2 表示 4x，以此类推。 ISM_GUARDBAND：安全宽度值。用 0 表示无，1 表示 2X，2 表示 4x，以此类推。 ISM_FLIP：翻转源位图。用 0 表示无，1 表示上下翻转（TB），2 表示 左右翻转（LR），3 表示 TB&LR。 ISM_ROTATE：旋转源位图:用 0 表示无，1 表示 90 度，2 表示 180 度，3

	表示 270 度。 ISM_WAVE：波长。用 0 表示 RGB，1 表示 1+2+3，2 表示波长编号 1，3 表示波长编号 2，以此类推。 ISM_FIELD：视场编号。 ISM_PSAMP：光瞳采样：用 1 表示 32x32，2 表示 64x64 等。 ISM_ISAMP：像面采样：用 1 表示 32x32，2 表示 64x64 等。 ISM_PSFX, ISM_PSFY：PSF 栅格点的数量。 ISM_ABERRATIONS：像差：用 0 表示无，1 表示几何，2 表示衍射。 ISM_POLARIZATION：使用偏振：用 0 表示否，1 表示是。 ISM_FIXEDAPERTURES：使用固定孔径：用 0 表示否，1 表示是。 ISM_USERI：使用相对照度：用 0 表示否，1 表示是。 ISM_SHOWAS：“显示为”：用 0 表示仿真图，用 1 表示光源位图，用 2 表示 PSF 网格。 ISM_REFERENCE：参考：用 0 表示主光线、1 表示顶点、2 表示初级主光线。 ISM_SUPPRESS：压缩框架：用 0 表示否，1 表示是。 ISM_PIXELSIZE：像元尺寸：用 0 表示默认大小（以镜头单位表示）。 ISM_XSIZE, ISM_YSIZE：X 像素数，Y 像素数。用 0 表示默认像素数。 ISM_FLIPIMAGE：像面翻转：用 0 表示无，1 表示上下翻转（TB）等等。 ISM_OUTPUTFILE：输出文件名或者空字符串（表示无输出文件）。
MTF - FFT	MTF_SAMP：光瞳采样，用 1 表示 32 ，用 2 表示 64，以此类推。 MTF_WAVE：波长编号，用 0 表示全部。 MTF_FIELD：视场编号，用 0 表示全部。 MTF_TYPE：用 0 表示调制，1 表示实部，2 表示虚部，3 表示相位虚部，4 表示方波。 MTF_SURF：表面编号，用 0 表示像面。 MTF_MAXF：最大频率，用 0 表示默认值。 MTF_SDLI：显示衍射极限，0 表示否，1 表示是。

	MTF_POLAR：使用偏振，0 表示否，1 表示是。 MTF_DASH：使用虚线，0 表示否，1 表示是。
非序列物体查看器 (NSC Object Viewer)	SHA_ROTX：x 旋转（以度为单位）。 SHA_ROTY：y 旋转（以度为单位）。 SHA_ROTZ：z 旋转（以度为单位）。
NSC 实体模型 (NSC Shaded Model)	SHA_ROTX：x 旋转（以度为单位）。 SHA_ROTY：y 旋转（以度为单位）。 SHA_ROTZ：z 旋转（以度为单位）。
部分相干图像分析 (Partially Coherent Image Analysis)	PCI_FIELD：视场编号。 PCI_FILESIZE：文件大小。 PCI_WAVE：波长编号。 PCI_RESAMPLE：重新采样像面设置，0 表示否，1 表示是。 PCI_RSNX：重新采样数量 x PCI_RSNY：重新采样数量 y PCI_RSDCX：重新采样 x 偏心 PCI_RSDCY：重新采样 y 偏心 PCI_RSDLX：重新采样增量 x PCI_RSDLY：重新采样增量 y
偏振光瞳图 (Polarization Pupil Map)	PPM_SAMP：采样，用 0 表示 3x3，1 表示 5x5，2 表示 7x7，以此类推。 PPM_FIELD：视场编号。 PPM_WAVE：波长编号。 PPM_SURFACE：表面编号。 PPM_JX：Jx 振幅。 PPM_JY：Jy 振幅。 PPM_PX：Px 相位。 PPM_PY：Py 相位。

	PPM_ADDCONFIG：干涉相加结构字符串。 PPM_SUBCONFIGS：干涉相减结构字符串。
物理光学传播 - 常规标签 (Physical Optics Propagation - eneral Tab)	POP_END：终止面。 POP_FIELD：视场编号。 POP_START：起始面。 POP_WAVE：波长编号。
物理光学传播-I 光束定义标签 （Physical Optics Propagation - Beam Definition Tab)	POP_AUTO：模拟按下“自动”按钮，可根据采样和其它设置来自动选择合适的 X 和 Y 光束宽度。 POP_BEAMTYPE：选择光束类型。用 0 表示高斯束腰，1 表示高斯角，2 表示高斯尺寸 + 角，3 表示平顶，4 表示文件，5 表示 DLL，6 表示多模。 POP_PARAMn：设置光束参数 n，例如，使用 POP_PARAM3 以设置参数 3。 POP_PEAKIRRAD：按照度峰值进行归一化设置。 POP_POWER：按光束总功率进行归一化设置。 POP_SAMPX：X 方向采样，用 1 表示 32，2 表示 64，以此类推。 POP_SAMPY：Y 方向采样，用 1 表示 32，2 表示 64，以此类推。 POP_SOURCEFILE：如果起始光束是由 ZBF 文件、DLL 或多模文件定义，则 POP_SOURCEFILE 为文件名。 POP_WIDEX：X 方向宽度。POP_WIDEY：Y 方向宽度。
物理光学传播 - 光纤数据标签 (Physical Optics Propagation – Fiber Data Tab)	POP_COMPUTE：使用 1 表示打开计算光纤耦合效率，0 表示关闭。 POP_FIBERFILE：文件名（如果光纤模式是由 ZBF 或 DLL 定义）。 POP_FIBERTYPE：使用与上文的 POP_BEAMTYPE 相同的值，但尚不支持多模。 POP_FPARAMn：设置光钎参数 n，例如，使用 POP_PARAM3 以设置光纤参数 3。 POP_IGNOREPOL：用 1 可忽略偏振，0 可考虑偏振。 POP_POSITION：光纤位置设置。用 0 表示主光线、1 表示面顶点。 POP_TILTX：X 倾斜。

	POP_TILTY：Y 倾斜。
相对照度 (Relative Illumination)	REL_RAYDENSITY：光线密度。 REL_FIELDDENSITY：视场密度。 REL_WAVE：波长编号，用 0 表示全部。 REL_POLAR：使用偏振：用 1 表示使用偏振，0 表示忽略偏振。 REL_LOG：对数缩放：用 1 表示对数缩放，0 表示线性。 REL_REMOVEVIGNETTING：使用 1 可移除渐晕因子，否则使用 0。 REL_SCANTYPE：扫描类型：用 0 表示 +y，1 表示 +x，2 表示 -y，3 表示 -x 扫描方向。
实体模型 (Shaded Model)	SHA_ROTX：x 旋转（以度为单位）。 SHA_ROTY：y 旋转（以度为单位）。 SHA_ROTZ：z 旋转（以度为单位）。
点列图(Spot Diagram)	SPT_RAYS：光线密度。
表面矢高 (Surface Sag)	SRS_SAMP：采样。用 1 表示 33x33，2 表示 65x65，以此类推。 SRS_SURF：表面编号。
一维通用绘图 (Universal Plot 1D)	UN1_CATEGORY：用 0 表示表面，用 1 表示系统，用 2 表示结构。 UN1_PARAMETER：用 0 表示第一个选项，用 1 表示第二个选项等。 UN1_SURFACE：表面或结构编号。 UN1_STARTVAL：变量的起始值。 UN1_STOPVAL：变量的终止值。 UN1_STEPS：步长。 UN1_OPERAND：优化操作数名称。 UN1_MFLINE：优化操作数行号。用 0 表示 MF 值。 UN1_PAR1：操作数参数 1。 UN1_PAR2：操作数参数 2。 UN1_PAR3：操作数参数 3。

	UN1_PAR4：操作数参数 4。 UN1_PAR5：操作数参数 5。 UN1_PAR6：操作数参数 6。 UN1_PAR7：操作数参数 7。 UN1_PAR8：操作数参数 8。 UN1_PLOTMIN：因变量的最小图形值。 UN1_PLOTMAX：因变量的最大图形值。 UN1_TITLE：图形标题。
二维通用绘图 (Universal Plot 2D)	UN2_CATEGORYX：用 0 表示表面，用 1 表示系统，用 2 表示结构。 UN2_PARAMETERX：用 0 表示第一个选项，用 1 表示第二个选项等。 UN2_SURFACEX：表面或结构编号。 UN2_STARTVALX：变量的起始值。 UN2_STOPVALX：变量的终止值。 UN2_STEPSX：步长。 UN2_CATEGORYY：用 0 表示表面，用 1 表示系统，用 2 表示结构。 UN2_PARAMETERY：用 0 表示第一个选项，用 1 表示第二个选项等。 UN2_SURFACEY：表面或结构编号。 UN2_STARTVALY：变量的起始值。 UN2_STOPVALY：变量的终止值。 UN2_STEPSY：步长。 UN2_OPERAND：优化操作数名称。 UN2_MFLINE：优化操作数行号。用 0 表示 MF 值。 UN2_PAR1：操作数参数 1。 UN2_PAR2：操作数参数 2。 UN2_PAR3：操作数参数 3。 UN2_PAR4：操作数参数 4。 UN2_PAR5：操作数参数 5。

	UN2_PAR6：操作数参数 6。 UN2_PAR7：操作数参数 7。 UN2_PAR8：操作数参数 8。 UN2_SHOWAS：数据显示。用 0 表示表面，用 1 表示等高线等等。 UN2_CONTOURFORMAT：等高线格式字符串。 UN2_PLOTMIN：因变量的最小图形值。 UN2_PLOTMAX：因变量的最大图形值。 UN2_TITLE：图形标题。
波前图 (Wavefront Map)	WFM_SAMP：采样，用 1 表示 32，用 2 表示 64 等。 WFM_FIELD：视场编号。 WFM_WAVE：波长编号。 WFM_SUBSR：子孔径半径。 WFM_SUBSX：子孔径 X 偏心。 WFM_SUBSY：子孔径 Y 偏心。

value 参数是指定设置的新数据。修改后的设置文件将替换原设置文件。

另请参阅 GETTEXTFILE。

示例：

```
MODIFYSETTINGS "C:\MySPT.CFG", SPT_RAYS, 24
MODIFYSETTINGS "C:\MyPOP.CFG", POP_SOURCEFILE, "MyStartBeam.ZBF"
```

NEXT

请参阅“FOR, NEXT”。

NSLT

开始非序列闪电追迹。

语法：

```
NSLT surf, source, ray_sampling, edge_sampling
```

详述：

surf 是一个整数值，在混合序列/非序列模式下，表示非序列组件表面的编号。在非序列模式下，surf 设为 1。source 是指所需光源的物体编号。如果 source 设为 0，则会追迹所有光源。ray_sampling 指的是闪电追迹网格的分辨率，有效值在 0（对应于网格分辨率“低 (1X)”）到 5（对应于网格分辨率“1024X”）之间。

edge_sampling 指在物体边缘附近进行闪电追迹时使用的网格分辨率，有效值在 0（对应于网格分辨率“低 (1X)”）到 4（对应于网格分辨率“256X”）之间。有关闪电追迹的更多详细信息，请参阅[闪电追迹控制](The LightningTrace Control)。

NSLT 在执行闪电追迹之前始终调用 UPDATE，以确保所有物体都已经正确加载和更新。

示例：

```
NSLT 1, 0, 3, 2
```

NSTR

开始非序列光线追迹。

语法：

```
NSTR surf, source, split, scatter, usepolar, ignore_errors, random_seed, save,
savefilename, filter, zrd_format
```

详述：

surf 是一个整数值，在混合序列/非序列模式下，表示非序列组件表面的编号。在非序列模式下，surf 设为 1。source 是指所需光源的物体编号。如果 source 设为 0，则会追迹所有光源。如果 split 不为 0，则开启光线分裂，否则关闭光线分裂。如果 scatter 不为 0，则开启散射，否则关闭散射。如果 use_polarization 不为 0，则使用偏振，否则关闭偏振。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。如果 ignore_errors 不为 0，则忽略几何错误，若 ignore_errors 设为 0，在光线发生错误时，将终止非序列追迹和宏执行，并且出现错误信息提示。

如果 random_seed 为 0，则随机数生成器将使用随机数做种子，并且每次调用 NSTR 都将生成不同的随机光线。如果 random_seed 是 0 以外的任何整数，则随机数生成器将使用指定数值做种子，并且每次调用 NSTR 都将生成相同的光线。使用 NSTR 进行优化时，建议将非 random_seed 设为非 0 值。

如果 save 省略或者为 0，则不需要提供变量 savefilename、filter 和“zrd 格式”。如果 save 不为 0，则光线将保存到某个文件中。保存的数据文件名称为 savefilename 所指定的名称。文件命名规范和目标文件夹与[将光线数据保存到文件](Saving ray data to a file)中描述的相同。应提供 savefilename 的扩展名，但不包含路径。如果 filter 不为 0，则可选的 filter 名称可以是包含过滤的字符串变量或者双引内的过滤字符。如果不使用过滤，则输入一对空的双引号，比如：“”。有关过滤字符串的更多信息，请参阅[过滤字符串](The filter string)。对于 ZRD 文件，zrd_format 可以是 0、1 或 2，分别表示不压缩全部数据、压缩基本数据或压缩全部数据。有关 ZRD 格式的更多信息，请参阅[光线数据库 (ZRD) 文件](Ray database (ZRD) files)。

NSTR 在进行光线追迹之前始终调用 UPDATE，以确保所有物体都已经正确加载和更新。

相关函数：

NSDD

示例：

```
NSTR 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, "saverays.ZRD", "h2"
```

NUMFIELD

该命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

NUMWAVE

该命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

OPEN

打开一个现有的文本文件，以供 READ 命令进行读取。

语法：

```
OPEN "filename"
OPEN A$
```

详述：

提供的文件名可以是双引号内的有效文件，或者包含文件名的字符串变量。请参阅关键字 READ 和 CLOSE。通常在读取所有数据之后会使用 CLOSE 关闭文件。

相关函数：

EOFF

相关关键字：

READ、READNEXT、CLOSE

示例：

```
PRINT "Reading the double-column file TEST.DAT!"OPEN "TEST.DAT"
READ x1, y1
READ x2, y2
READ x3, y3
CLOSE
```

OPENANALYSISWINDOW

打开新的分析窗口。

语法：

```
OPENANALYSISWINDOW type, settingfilename
```

详述：

type 变量是一个 3 字符的字符串代码，指定要执行的分析类型。如需字符串代码的完整列表，请参阅[编程菜单](Programing Tab)的[字符串代码](String Code)栏目。如果未提供或者无法识别字符串代码，则不会打开任何窗口。settingsfilename 包含要使用的 CFG 设置文件的名称。如果缺少此变量，则会使用默认设置。

相关函数：

WINL、WINN

相关关键字：

CLOSEWINDOW、MODIFYSETTINGS

示例：

```
FORMAT 0.0
PRINT "There are ", WINN(), " Windows currently open."
OPENANALYSISWINDOW "mtf"
PRINT "Just opened window ", WINL(), "."
PAUSE TIME, 3000
PRINT "There are ", WINN(), " Windows currently open."
CLOSEWINDOW WINL()
PAUSE TIME, 1000
PRINT "There are ", WINN(), " Windows currently open."
```

OPTIMIZE(keywords)

调用优化算法，使用当前评价函数来优化当前镜头。

语法：

```
OPTIMIZE
OPTIMIZE                                                    number_of_cycles
OPTIMIZE number_of_cycles, algorithm
```

详述：

number_of_cycles 的表达式必须为 1 到 99 之间的整数值，表示优化算法将运行的周期数。如果 number_of_cycles 计算结果为 0，则优化将以“自动”模式运行，并且在算法检测到过程已收敛时停止。对于 algorithm 变量，使用 0 表示采用阻尼最小二乘法（默认值），使用 1 表示采用正交

下降法。有关更多信息，请参阅[执行优化](Performing an optimization)。

使用 MFCN 函数可在不优化的情况下更新评价函数。

相关函数：

MFCN

示例：

```
PRINT "Starting merit function:", MFCN()
OPTIMIZE
PRINT "Ending merit function :", MFCN()
```

OPTRETURN

通过使用 ZPLM 优化操作数将数值返回到优化算法。

语法：

```
OPTRETURN datafield, result
```

详述：

datafield 表达式的计算结果必须为 0 到 50 之间的整数。datafield 指数组中可以存储表达式结果的位置。OPTRETURN 的唯一用途是能够优化在 ZPL 宏中计算的数值。

在评价函数中必须使用优化操作数 ZPLM 来调用 ZPL 宏，并通过 OPTRETURN 得到返回的数值。有关详细信息，请参阅[通过 ZPL 宏优化](Optimizing with ZPL macros)。

示例：

```
x = sqrt(thic(3) + radi(5))
OPTRETURN j, x+5
```

OUTPUT

指定文本输出的目标。可以输出到屏幕上或文件中。

语法：

```
OUTPUT                                                    SCREEN
OUTPUT                                                  filename
OUTPUT filename, APPEND
```

详述：

如果仅指定了 OUTPUT SCREEN，则所有后续执行的 PRINT 命令都将输出到屏幕上。如果提供了一个有效的 filename，则后续 PRINT 命令将输出到指定的文件中。如果提供了不含路径的文件名，则文件将保存在默认 的<data>\Macros 文件夹。若要关闭之前创建的文件，可使用关键字 OUTPUT

SCREEN，此命令可将后续 PRINT 内容直接输出到屏幕上。SHOWFILE 将关闭文件，并将文件发送到文本查看器程序，以在屏幕上显示。PRINTFILE 将关闭文件，并在当前定义的打印设备上将文件打印出来。需注意，使用 PRINT 命令输出文件时，文件为 Unicode 格式。若要将文件转换为 ANSI 格式，可先关闭文件（例如，使用 OUTPUT SCREEN），然后使用关键字 CONVERTFILEFORMAT。

如果 filename 后面跟随有关键字 APPEND，则后续输出都将附加到该文件中。否则，将覆盖原文件的内容。

示例：

```
OUTPUT "x.txt"
PRINT "This will not appear on the screen, but in the file x.txt."
OUTPUT SCREEN
PRINT "This will appear on the screen."
OUTPUT "x.txt", APPEND
PRINT "This will appear after the first line in the file x.txt."
```

相关关键字：

CLOSE, OPEN, SHOWFILE, PRINTFILE

PARM

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

PARAXIAL(keywords,programming tab,about the zpl)

用来控制进行光线追迹是近轴光线还是实际光线。

语法：

```
PARAXIAL ON
PARAXIAL OFF
```

详述：

可通过调用函数 PMOD 来确定当前近轴模式，如果近轴模式关闭，则 PMOD 返回 0，否则返回 1。

PARAXIAL 用于在实际光线追迹与近轴光线追迹之间转换。某些计算需要对近轴光线进行追迹，例如测定畸变和计算系统有效焦距等一阶特性。

示例：

```
mode = PMOD()
IF mode THEN PRINT "Paraxial mode is on!"
IF !mode THEN PRINT "Paraxial mode is not on!"
PARAXIAL ON
PRINT "Now paraxial mode is on!"
PRINT "Restoring original mode..."
```

```
if !mode THEN PARAXIAL OFF
```

PAUSE

暂停宏执行，同时可选择性地显示状态消息。状态消息可以是字符串或数值。在用户点击状态对话框上的“确定”按钮之后，宏继续运行。

语法：

```
PAUSE
PAUSE "Ready to continue..."
PAUSE TIME, time
PAUSE THREADS
```

详述：

此功能可用于调试、显示结果或暂停宏的执行。如果 PAUSE 命令之后跟随关键字 TIME，则宏执行将在指定的毫秒数内处于休眠状态。例如，要暂停宏 100 毫秒，则语法为

```
PAUSE TIME, 100
```

指定时间结束后，宏将继续执行。此种情况下不会显示状态消息。请注意，系统计时器的精度大约为 10 毫秒，因此 PAUSE TIME 所产生的实际延迟介于请求时间与请求时间加上（大约）10 毫秒之间。允许的最大暂停时间是 1,000,000 毫秒（大约 16.7 分钟）。

如果 PAUSE 命令之后跟随关键字 THREADS，则在当前进行计算的所有窗口都计算完毕之后，宏执行才暂停。当使用 session 文件调用 UPDATE ALL 或 LOADLENS 时，此功能非常有用。

PIXEL

在当前图形窗口上显示单个像素。

语法：

```
PIXEL x 坐标, y 坐标
```

详述：

此功能用于生成点列图。请参阅“图形(GRAPHICS)”。

PLOT

关键字 PLOT 支持多个变量，用于简化创建数据图形的任务。

语法：

```
PLOT                                                                    NEW
PLOT                                  TITLE,                          string
PLOT                                 TITLEX,                          string
PLOT                                 TITLEY,                          string
PLOT                                 BANNER,                          string
PLOT                                WINASPECT,                          type
PLOT                                 COMM1,                          string
PLOT                                 COMM2,                          string
PLOT                                 COMM3,                          string
PLOT                                 COMM4,                          string
PLOT                                 COMM5,                          string
PLOT                                 COMM6,                          string
PLOT                      RANGEX,                    minx,                    maxx
PLOT                      RANGEY,                    miny,                    maxy
PLOT                  CHECK,                x_increment,                y_increment
PLOT                  TICK,                 x_increment,                y_increment
PLOT                              FORMATX,                            format_string
PLOT                              FORMATY,                            format_string
PLOT   DATA,   x_array,   y_array,   number_of_points,   color,   style,   options
PLOT            LINE,            x1,            y1,            x2,            y2
PLOT        LABEL,         x,         y,         angle,         size,         string
PLOT GO
```

详述：

PLOT NEW 用于初始化新绘图。所有之前图形相关的数据都会废弃。在创建新的图形时，PLOT NEW 总是第一个 PLOT 命令。

PLOT TITLE、PLOT TITLEX 和 PLOT TITLEY 分别用于定义整个图形标题、X 轴标题和 Y 轴标题。string 可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT BANNER 用于定义横幅标题。string 可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT WINASPECT 定义所显示窗口的纵横比。type 的有效值为整数 0 到 3，对应生成的纵横比分别为 4x3、5x3、3x4 和 3x5。如果没有 WINASPECT 命令，则使用默认纵横比。

PLOT COMMx 用于定义在图形底部显示注释（最多 6 条）。string 参数可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT RANGEX 和 PLOT RANGEY 可分别定义图形中 X 方向和 Y 方向的最小值和最大值。如果没有 RANGEX 或 RANGEY 命令，则选择默认范围。

PLOT CHECK 用于定义“X”标记的大小，“X”表示在 PLOT DATA 命令中标记的数据点。单位是相对于显示宽度的百分数。如果没有 CHECK 命令，则选择默认大小。

PLOT TICK 分别用于定义 X 轴和 Y 轴上相邻数据之间的增量。如果没有 TICK 命令，则将选择默认增量。

PLOT FORMATX 和 PLOT FORMATY 分别用于定义 X 轴和 Y 轴上数值标签的字符串格式。format_string 参数可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。format_string 必须是有效的 C 语言格式。常见的 format_string 是“%M.nf”，其中 M 是输出字符串中空格的总数，n 是小数点后面的位数。例如，如果 format_string 为“%6.4f”，则 pi 的值将输出为“3.1415”。若

要定义指数格式，format_string 应为“%M.nE”形式， 其中 M 是输出的总字符数量， n 是小数点后面的位数。如果 format_string 为“%9.3E”，则 pi 的值将输出为“3.14E+000”。如果未指定 FORMATX 和 FORMATY，则将使用默认格式。

PLOT DATA 用于定义一系列要绘制的数据点。变量 x_array 和 y_array 必须是一维数组变量。有关定义数组变量的信息，请参阅[数组变量](Array variables)。number_of_points 定义数组中使用的点数。变量 color 的值 为 0 表示黑色，1 到 16 可选择不同的画笔颜色。更多画笔颜色的信息，请参阅[颜色 1-12，颜色 13-24](Colors 1-12,Colors 13-24)。 style 定义线条样式，当前支持的值为 0 或者 1 到 4，0 表示实线，1 到 4 分别表示不同样式的虚线。options 值为 0 表示没有数据点的位置标记，1 表示同时用直线和数据点标记，2 表示没有直线，仅有数据点标记。可以使用多个 PLOT DATA 命令，每个命令都会单独创建一个要绘制的直线或曲线。

PLOT LINE 在点 (x1, y1) 与 (x2, y2) 之间绘制一条直线。此处 x 和 y 的单位是归一化的窗口坐标。最多可以定义 1000 条直线。

PLOT LABEL 输出图形上从坐标 (x, y) 开始的任何文本字符串。此处 x 和 y 的单位是归一化的窗口坐标。angle 表示与 +x 方向的角度（以度为单位）。size 表示大于 0.0 的比例常数，用于定义字体的大小。size 为 1.0 将以正常字体输出，size 为 1.5 表示输出字体比正常字体大 50%。string 可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。最多可以定义 100 个标签。

PLOT GO 使用先前 PLOT 命令的所有设置和数据生成所需图形，并在窗口中显示图形。在生成图形后，所有 PLOT 数据都将重置（尽管已经执行了 PLOT NEW 命令）。

相关关键字：

PLOT2D

PLOT2D

关键字 PLOT2D 支持多个变量，这些变量用于简化创建数据图形的任务。通过此关键字，可轻易生成表面、等高线、灰度图和伪彩色图。

语法：

```
PLOT2D                                                          NEW
PLOT2D                              TITLE,                     string
PLOT2D                              COMM1,                     string
PLOT2D                              COMM2,                     string
PLOT2D                              COMM3,                     string
PLOT2D                              COMM4,                     string
PLOT2D                              COMM5,                     string
PLOT2D                    RANGE,                  min,            max
PLOT2D                              ASPECT,                    ratio
PLOT2D                            WINASPECT,                    type
PLOT2D                              DATA,                   arrayname
PLOT2D        ACTIVECURSOR,         left,         right,      bottom,      top
PLOT2D                            DISPLAYTYPE,                  type
PLOT2D                          CONTOURINTERVAL,               string
PLOT2D                            SURFACESCALE,                 scale
```

```
PLOT2D                    LOGPLOT,                    peak,                    decades
PLOT2D                              HIDEADDRESS,                                 flag
PLOT2D                           CONFIG,                              configuration
PLOT2D GO
```

详述：

PLOT2D NEW 用于初始化新绘图。所有之前 plot2d 图形相关的数据都会废弃。在创建新的图形时，PLOT2D NEW 总是第一个 PLOT 2D 命令。

PLOT2D TITLE 用于定义主图形标题。 string 可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT2D COMMx 用于定义在图形底部显示注释（最多 5 条）。string 可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT2D RANGE 可定义图形的最小值和最大值。如果没有 RANGE 命令，则将使用默认范围。范围应涵盖所有数据值，否则将截断数据以适应范围。表面和等高线图形将忽略此命令。

PLOT2D ASPECT 定义图形的 X 宽度与 Y 宽度之比。表面图形将忽略此命令。

PLOT2D WINASPECT 定义所显示窗口的纵横比。type 的有效值为整数 0 至 3，对应生成的纵横比分别为 4x3、5x3、3x4 和 3x5。如果没有 WINASPECT 命令，则使用默认纵横比。

PLOT2D DATA 用于定义所绘图形的二维数据点。arrayname 必须是二维数组变量。有关定义数组变量的信息，请参阅[数组变量] (Array variables)。x 和 y 方向的点的数量通过数组维数来定义。允许任何点数，每个方向上最小的点数为 5。假定两个维度的数据构成一个矩形网格，两个方向上的数据间距均匀，虽然图形的总体纵横比已通过 PLOT2D ASPECT 定义。仅能使用一个 PLOT2D DATA 命令。

PLOT2D ACTIVECURSOR 用于定义等高线、灰度图和伪彩色图上显示数据的上下左右边界。

PLOT2D DISPLAYTYPE 用于选择所生成的图形的类型。type 的值应该是 1 到 6 之间的整数（包括首尾值），分别表示表面、等高线、灰度图、反灰度图、伪彩色图和反伪彩色图。

PLOT2D CONTOURINTERVAL 用于定义等高线格式字符串。仅等高线图使用此命令。有关等高线间隔格式字符串的详细信息，请参阅[等高线格式字符串](The Contour Format String)。

PLOT2D SURFACESCALE 用于定义表面图形的总体垂直缩放。仅表面图使用此命令。默认的缩放值是 0.5 倍

PLOT2D LOGPLOT 用于显示对数比例图。仅灰度图、反灰度图、伪彩色图和反伪彩色图使用此命令。peak 是一个整数，表示要绘制的最大值是 10 的几次方。例如，如果 peak 为 3，则所绘制的最大值将为 1E+03。decades 值是一个整数，表示从峰值到谷值下降的 10 的幂数。例如，如果 peak 为 3， decades 为 5，则绘制的范围将是 1.0E+03 到 1.0E-02。请注意，使用 LOGPLOT 不会自动提取输入数组中数据的对数。因此，在调用 PLOT2D GO 之前，宏本身必须提取数组中 10 的对数值。

PLOT2D HIDEADDRESS 用于隐藏或显示地址数据。如果 flag 值为 0，则显示地址，否则不显示地址。另请参阅[地址](Address)。

PLOT2D CONFIG 用于定义显示的多重结构编号，但前提条件是地址框显示当前结构的信息。如果 configuration 为 0，则地址框将显示当前结构编号。如果结构是介于 1 到多重结构数量之间的整

数（包含首尾值），则将显示指定结构编号。如果 configuration 是小于 0 的整数，则显示所有结构。

PLOT2D GO 使用先前 PLOT2D 命令的所有设置和数据生成所需图形，并在窗口中显示图形。在生成图形后，所有 PLOT2D 数据都将重置（尽管已经执行了 PLOT2D NEW 命令）。

相关关键字：

PLOT

POLDEFINE

为后续调用 POLTRACE 命令定义输入的偏振状态。

语法：

```
POLDEFINE Jx, Jy, PhaX, PhaY
```

详述：

关键字 POLDEFINE 用于为后续偏振光追迹定义输入的偏振状态。POLDEFINE 需要 Jx 和 Jy 电场强度以及 X 和 Y 相位角（以度为单位）4 个变量。有关 Jx 和 Jy 含义的更多信息，请参阅[定义初始偏振](Defining the initial polarization)。输入的变量值会自动归一化，用单位强度表示。4 个变量默认值分别为 0、1、0 和 0。一旦定义了偏振状态，则会保持不变，除非进行更改。

示例：

```
POLDEFINE 2.0, 2.0, 45.0, -66.0
```

相关关键字：

POLTRACE

POLTRACE

调用 OpticStudio 偏振光线追迹程序，并通过当前系统来追迹特定光线。

语法：

```
POLTRACE Hx, Hy, Px, Py, wavelength, vec, surf
```

详述：

表达式 Hx 和 Hy 的值 必须为 -1 到 1 之间，表示归一化的视场坐标。光瞳坐标通过表达式 Px 和 Py 来指定，必须介于 -1 到 1 之间。有关归一化坐标的更多信息，请参阅[约定和定义](Conventions and Definitions)一章中的[归一化视场和光瞳坐标](Normalized field and pupil coordinates)部分。wavelength 表达式的计算结果必须为 1 到已定义波长数量之间的整数。vec 表达式的计算结果必须为 1 到 4 之间的整数（包含首尾值）。surf 表达式的计算结果必须为 1 到表面数之间的整数（包

含首尾值）。

光线的输入偏振状态是由关键字 POLDEFINE 定义的。

一旦对光线追迹，光线的偏振数据将会存储于 vec 表达式指定的矢量变量中。例如，如果执行了命令“POLTRACE Hx, Hy, Px, Py, w, 2, n”，则数据将存储在 VEC2 中。数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

0：n，指定矢量数组中数据的数量
1：通过指定表面后的光线强度
2：电场 X 分量，实部
3：电场 Y 分量，实部
4：电场 Z 分量，实部
5：电场 X 分量，虚部
6：电场 Y 分量，虚部
7：电场 Z 分量，虚部
8：反射光中 S 偏振光的电场振幅，实部
9：反射光中 S 偏振光的电场振幅，虚部
10：透射光中 S 偏振光的电场振幅，实部
11：透射光中 S 偏振光的电场振幅，虚部
12：反射光中 P 偏振光的电场振幅，实部
13：反射光中 P 偏振光的电场振幅，虚部
14：透射光中 P 偏振光的电场振幅，实部
15：透射光中 P 偏振光的电场振幅，虚部
16：电场 X 方向相位 Px
17：电场 Y 方向相位 Py
18：电场 Z 方向相位 Pz
19：椭圆偏振的长轴长度
20：椭圆偏振的短轴长度
21：椭圆偏振的角度（以弧度为单位）
22：渐晕光线所在的表面编号，如果没有渐晕，则为 0
23：反射光中 S 偏振光的光线振幅，实部
24：反射光中 S 偏振光的光线振幅，虚部
25：透射光中 S 偏振光的光线振幅，实部
26：透射光中 S 偏振光的光线振幅，虚部
27：反射光中 P 偏振光的光线振幅，实部
28：反射光中 P 偏振光的光线振幅，虚部
29：透射光中 P 偏振光的光线振幅，实部
30：透射光中 P 偏振光的光线振幅，虚部

如果数组位置 0 中的值为 0，则表示产生错误，且偏振数据无效。当指定光线不能被追迹时，可能出现这种情况。关于提取扩展错误信息的更多详情，请参阅 RAYTRACE 命令。

示例：

```
POLDEFINE 0, 1, 0, 0
POLTRACE 0, 1, 0, 0, pwav(), 1, nsur()
PRINT "Transmission of chief ray at primary wavelength is ", vec1(1)
```

相关关键字：

POLDEFINE, RAYTRACE

POP

计算系统光线的物理光学传播 (POP)，并将每个表面的结果保存到 ZBF 文件中。有关 POP 功能的描述，请参阅[物理光学传播](Physical Optics Propagation)。关于 ZBF 文件格式的信息，请参阅[Zemax 光束文件 (ZBF) 二进制格式](Zemax Beam File (ZBF) binary format)。

语法：

```
POP outfilename, lastsurface, settingsfilename
```

详述：

此关键字需要三个变量，输出 ZBF 文件的名称 outfilename，表示传播到最后面的表达式 lastsurface，以及可选变量 settingsfilename。如果输出文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。创建的 ZBF 文件将存储于 <pop> 文件夹中。输出文件名不能包含路径。

若没有提供 settingsfilename，则 POP 功能的设置采用之前为当前镜头保存的设置。settingsfilename 必须包含完整路径、名称和扩展名。要更改这些设置，请打开“POP”窗口并选择适当的设置，然后点击[保存](Save)。默认情况下，ZPL 中 POP 的所有后续调用都会使用保存的设置。但 outfilename 和 lastsurface 编号例外，outfilename 为 POP 关键字之后的第一个变量，lastsurface 为 POP 关键字之后的第二个可选变量。

示例：

```
POP "pop_output.ZBF", 12, "MyPOP.CFG"
```

PRINT

Print 用于将常量文本和变量数据输出到屏幕上或文件中，这取决于关键字 OUTPUT 的当前状态。

语法：

```
PRINT
PRINT X
PRINT "The value of x is ", x
PRINT " x = ", x, " x + y = ", x + y
```

详述：

单独的 PRINT 只能输出一行空白。包含文本变量和表达式列表的 PRINT 将输出双引号中的每个文本字符串，以及每个表达式的数值。PRINT 命令采用由 FORMAT 所指定的数值输出格式。如果

PRINT 列表中的最后一项后面带有逗号，则 PRINT 将不会以回车符结束这一行。

示例：

```
X = 3
PRINT "X equals ",x
```

相关关键字：

REWIND

PRINTFILE

打印文本文件。

语法：

```
PRINTFILE filename
```

详述：

filename 必须是有效的文件名。文件必须为文本文件（如在 ZPL 中通过 OUTPUT 和 PRINT 命令创建的文件），且必须在当前文件夹中。即使没有执行任何 CLOSE 命令， PRINTFILE 也会关闭这个文件。

示例：

```
OUTPUT "test.txt"
PRINT "Print this to the printer."
PRINTFILE "test.txt"
```

相关关键字：

OPEN、OUTPUT、CLOSE、PRINT、PRINTFILE

PRINTWINDOW

打印任何打开的图形窗口或文本窗口。

语法：

```
PRINTWINDOW winnum
```

详述：

winnum 可为整数或运算结果为整数的表达式。winnum 对应于应打印的窗口编号。OpticStudio 以窗口打开的顺序对窗口进行编号，从 1 开始。若用户关闭某些窗口，则 OpticStudio 会从列表中删除已关闭的窗口，但不会对余下的窗口重新编号。重新打开的任何窗口将会使用最小的可用窗口编号。

示例：

```
PRINTWINDOW 5
```

PWAV

设置主波长。

语法：

```
PWAV n
```

详述：

对表达式 n 求值，并且将求出的指定序号波长设置为主波长。在新数据生效之前必须执行 UPDATE 命令。

示例：

```
PWAV
```

相关函数：

WAVL、WWGT、PWAV

QUICKFOCUS(keywords)

调整像面之前的表面的厚度，快速聚焦。

语法：

```
QUICKFOCUS mode, centroid
```

详述：

mode 的表达式的计算结果必须为 0、1、 2 或 3，分别表示 RMS spot radius、spot x、spot y 或 wavefront OPD。centroid 的表达式的计算结果必须为 0 或 1，分别表示 RMS 以主光线或图像质心作为参考。选择“best”焦点作为所有视场的波长加权平均值。

示例：

```
!Focus at best RMS wavefront to centroid
QUICKFOCUS 3, 1
```

RADI

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

RANDOMIZE

RANDOMIZE 可作为随机数生成器的种子。

语法：

```
RANDOMIZE seed
```

详述：

如果 seed 的计算结果为 0，则 OpticStudio 将使用基于 CPU 时钟的值来作为随机数生成器的种子。否则，提供的值作为随机数生成器的种子。使用相同种子将产生与 RAND 函数相同的随机数系列。

示例：

```
RANDOMIZE
RANDOMIZE 250
```

相关函数：

RAND

RAYGENERATOR

运行光线生成器，用于通过 Radiant Source Model™ 文件创建一个光源光线文件。

语法：

```
RAYGENERATOR rsmx_file, ray_file, num_rays, min_azimuth, max_azimuth, min_inclination,
max_inclination, origination_method, origination_radius, spectrum_type, Arg1, Arg2,
Arg3
```

详述：

RAYGENERATOR 可通过 Radiant Source Model（由输入变量“rsmx 文件”指定）来创建光谱颜色格式 (.SDF) 的光线文件（请参阅[光源文件](Source File)）。光源模式是由输入变量“rsmx_file”指定的。光线文件的输出名称是通过输入变量“ray_file”来给定的。两个文件名都必须加引号，并包含正确的扩展名，但不包含路径。RSMX 文件必须位于 <data>\Sources\Radiant Source Model Files 文件夹中。输出光线文件将存储于 <data>\Sources\Source Files 文件夹中。

输出光线文件包含的光线数量由“num_rays”定义，分布在由 min_azimuth, max_azimuth, min_inclination 和 max_inclination 四个变量所定义的角度范围内。方位角必须介于 0 到 360 度之间。倾角必须介于 0 到 180 度之间。origination_method 是一个介于 0 到 11 的数字，对应于光线生成器的下拉菜单中可用的 12 个选项。0 表示法向平面， 1 表示最接近 X 轴等等。有关更多选项，请参阅光线生成器对话框中的列表（“生成 Radiant Source Model 光线”）。

仅当 origination_method 为 4（在球面上）、5（在 X 柱面上）、6（在 Y 柱面上）、7（在 Z 柱面上）或 11（在长方体上）时，才会使用 origination_radius（始终以毫米为单位进行定义）。当 origination_method 为 4、5、6 或 7 时，origination_radius 用于定义产生光线的球面或柱面的半径。当 origination_method 为 11 时，光线从立方体中心产生，此时 origination_radius 用于定义立方体的半宽。在使用光线生成器对话框创建光线文件时，提供了定义圆柱光源的锥角（端盖），或者矩形体光源的偏移量选项。但目前 RAYGENERATOR 关键字没有提供这些选项。如果如果需要向关键字 RAYGENERATOR 中增加光线生成器对话框中提供的任何选项，请联系 OpticStudio 技术支持部门。

光谱类型由 spec_type 定义：测量 = 0，光谱文件 = 1，黑体 = 2，窄带 = 3。其余变量取决于光谱类

型。如果光谱类型不使用变量，则只需省略。测量的光谱类型不使用任何其它变量。光谱文件的光谱类型由 Arg1 来定义输入光谱文件 (*.SPCD)。文件名应加引号，但不必指定路径。文件必须位于 <data>\Sources\Spectrum Files 中。黑体光谱类型使用 Arg1 来定义黑体温度（以开尔文为单位），使用 Arg2 定义最小波长，使用 Arg3 定义最大波长。窄带光谱类型使用 Arg1 来定义中心波长，使用 Arg2 来定义光谱宽度。

RAYTRACE

调用 OpticStudio 光线追迹程序，通过当前系统来追迹特定光线。

语法：

```
RAYTRACE hx, hy, px, py, wavelength
```

详述：

表达式 Hx 和 Hy 的计算结果必须为 -1 到 1 之间，表示归一化的视场坐标。表达式 Px 和 Py 表示归一化的光瞳坐标，必须介于 -1 到 1 之间。有关归一化坐标的更多信息，请参阅[归一化视场坐标](Normalized field coordinates)。 wavelength 变量是可选的，默认为主波长。但如果提供 wavelength 表达式，则其结果必须是介于 1 和所定义最大波长数量之间的一个整数。

一旦开始追迹光线，则可使用 ZPL 函数 RAYX、RAYY、RAYZ、RAYL、RAYM 和 RAYN 确定光线交点坐标和方向余弦（在全局坐标中，使用 RAGX、RAGY、RAGZ、RAGL、RAGM 和 RAGN 获取数据）。如果在光线追迹期间产生错误，函数 RAYE（表示光线错误）将返回一个非 0 值。如果 RAYE 返回负值，则表明在表面上发生了全内反射，此表面编号由返回值的绝对值决定。如果 RAYE 返回值为-9999，则表明无法启动光线追迹。

如果 RAYE 返回大于 0 的值，则表明返回光线错过的表面编号。检查光线错误的函数 RAYE 是可选的。如果 RAYE 不为 0， RAYX、RAYY 等函数可能会返回无效数据。函数 RANX、RANY 和 RANZ 返回光线相交表面法线的方向余弦， OPDC 返回光线的光程差。函数 RAYV 返回光线产生渐晕的表面编号，如果光线无渐晕，则 RAYV 返回 0。光线通过渐晕表面返回的值可能不准确。

示例：

```
PRINT "Tracing the marginal ray at primary wavelength!"
n = NSUR()
RAYTRACE 0,0,0,1
y = RAYY(n)
PRINT "The ray intercept is ", y
PRINT "Tracing the chief ray at maximum wavelength!"
RAYTRACE 0,1,0,0,NWAV()
y = RAYY(n)
PRINT "The ray intercept is ", y
```

相关关键字：

RAYTRACEX

RAYTRACEX

调用 OpticStudio 光线追迹程序，通过当前系统追迹来自任何起始面的特殊光线。

语法：

```
RAYTRACEX x, y, z, l, m, n, surf, wavelength
```

详述：

表达式 x、y、z、l、m 和 n 定义起始面在局部坐标中的输入光线位置和方向余弦。surf 表达式必须为 0 到表面数减一之间的整数（包含首尾值）。wavelength 表达式是可选的，默认为主波长。如果已提供 wavelength 表达式，则计算结果必须为介于 1 和所定义波长数量之间的一个整数。

如果物面的厚度无限大，并且 surf 变量值设为 0，则假定输入坐标与第一个表面相关，而不是与物面相关；虽然光线仍在物方空间介质中定义。否则，OpticStudio 将使用指定坐标，而不进行更改。

一旦进行追迹光线，则可以使用 ZPL 函数 RAYX、RAYY、RAYZ、RAYL、RAYM 和 RAYN 确定光线交点坐标和方向余弦（在全局坐标中，使用 RAGX、RAGY、RAGZ、RAGL、RAGM 和 RAGN 获取数据）。需注意，只有在指定 surf 编号之后的表面数据才有效。

如果在光线追迹期间产生错误，函数 RAYE（表示光线错误）将返回一个非 0 值。如果 RAYE 返回负值，则表明在表面上发生了全内反射，此表面编号由返回值的绝对值决定。如果 RAYE 返回大于 0 的值，则表明返回光线错过的表面编号。

检查光线错误的函数 RAYE 是可选的。如果 RAYE 不为 0， RAYX、RAYY 等函数可能会返回无效数据。函数 RANX、RANY 和 RANZ 返回光线相交表面法线的方向余弦， OPDC 返回光线的光程差。函数 RAYV 返回光线产生渐晕的表面编号，如果光线无渐晕，则 RAYV 返回 0。光线通过渐晕表面返回的值可能不准确。

示例：

```
n = NSUR()
RAYTRACEX 0,1,0,0,0,1,0,NWAV()
y = RAYY(n)
PRINT "The ray intercept is ", y
```

相关关键字：

RAYTRACE

READ

从 OPEN 命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READ x
```

```
READ x, y
READ x,y,z,a,b,c,q
```

详述：

文件必须已经打开，请参阅关键字 OPEN 了解更多详情。每个 READ 命令会从文件中读取一行数据。将该行的第一个有效数据存储于 READ 的第一个变量中。如果有第二个字段中的数据，则将其存储于 READ 的第二个变量中。因此，在 READ 命令中列出的变量数量应与文本文件中的列数相同。文件中的数据应使用空格分隔符。数据可以是任意格式，并且在内部将其提升为双精度。若要使用 Windows 设置中当前选定的小数分隔符，请使用关键字 READ_LOCALE。在一行中最多可以读取 2000 个字符。变量的最大数量是 199；若要读取包含更多变量的行，请使用关键字 READNEXT。列出的变量必须是有效的 ZPL 变量名。

READNEXT 不支持将数组变量名用作参数。此时，可以先将数据读入标量变量，然后在后续行中将此标量值赋值给数组变量，如下所示：

```
READ x
data(i, j) = x
```

通常在读取所有数据之后，用关键字 CLOSE 来关闭文件。请参阅函数 EOFF。

示例：

```
PRINT "Reading the double-column file TEST.DAT!"
OPEN "C:\DATA\TEST.DAT"
READ x1, y1
READ x2, y2
READ x3, y3
CLOSE
```

相关函数：

EOFF

相关关键字：

OPEN、CLOSE、READNEXT、READSKIP、READSTRING、READ_LOCALE

READ_LOCALE

从 OPEN 命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READ_LOCALE x
READ_LOCALE x, y
READ_LOCALE x,y,z,a,b,c,q
```

详述：

文件必须已经打开，请参阅关键字 OPEN 了解更多详情。每个 READ 命令会从文件中读取一行数据。将该行的第一个有效数据存储于 READ 的第一个变量中。如果有第二个字段中的数据，则将其存储

于 READ 的第二个变量中。因此，在 READ 命令中列出的变量数量应与文本文件中的列数相同。文件中的数据应使用空格分隔符。数据可以是任意格式，并且在内部将其提升为双精度。采用 Windows 设置中当前选择的字符作为小数分隔符。若要使用句点作为分隔符，请使用关键字 READ。在一行中最多可以读取 2000 个字符。变量的最大数量是 199；若要读取包含更多变量的行，请使用关键字 READNEXT_LOCALE 或 READNEXT。列出的变量必须是有效的 ZPL 变量名。

通常在读取所有数据之后，用关键字 CLOSE 来关闭文件。请参阅函数 EOFF。

示例：

```
PRINT "Reading the double-column file TEST.DAT!"
OPEN "C:\DATA\TEST.DAT"
READ_LOCALE x1, y1
READ_LOCALE x2, y2
READ_LOCALE x3, y3
CLOSE
```

相关函数：

EOFF

相关关键字：

OPEN、CLOSE、READ、READNEXT、READNEXT_LOCALE、READSKIP、READSTRING

READNEXT_LOCALE

从 OPEN 命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READNEXT_LOCALE x
READNEXT_LOCALE x, y
READNEXT_LOCALE x,y,z,a,b,c,q
```

详述：

READNEXT_LOCALE 与 READ_LOCALE 几乎相同。主要区别是，READNEXT_LOCALE 将从打开的文件中读取整行数据，直到换行符，而 READ_LOCALE 只能读取足够数量的字符。-

例如，如果数据文件的某一行中含如下数据：

3.0 4.0 5.0

以下两条 READNEXT_LOCALE 命令将读取 x、y 和 z 的值 3.0、4.0 和 5.0：

```
READNEXT_LOCALE x, y
READNEXT_LOCALE z
```

如果行很长或者变量数量很多，则 READNEXT_LOCALE 比 READ_LOCALE 或 READ 更有用。READNEXT_LOCALE 不支持将数组变量名用作变量。此时，可以先将数据读入标量变量，然后在后续行中将此标量值赋值给数组变量，如下所示：

```
READNEXT_LOCALE x
data(i, j) = x
```

示例：

```
OPEN "C:\DATA\TEST.DAT"
READNEXT_LOCALE x1, x2
READNEXT_LOCALE x3
CLOSE
```

相关关键字：

OPEN、CLOSE、READ、READ_LOCALE、READNEXT、READSKIP、READSTRING

READNEXT

从 OPEN 命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READNEXT x
READNEXT x, y
READNEXT x,y,z,a,b,c,q
```

详述：

READNEXT 与 READ 几乎相同。重要区别是， READNEXT 将从打开的文件中读取整个数据行，直至换行符，而 READ 只能读取足够数量的字符。

例如，如果数据文件的某一行中含如下数据：

```
3.0 4.0 5.0
```

以下两条 READNEXT 命令将读取 x、y 和 z 的值 3.0、4.0 和 5.0：

```
READNEXT x, y
READNEXT z
```

如果行很长或者变量数量很多，则 READNEXT 比 READ 更有用。READNEXT 不支持将数组变量名用作参数。此时，可以先将数据读入标量变量，然后在后续行中将此标量值赋值给数组变量，如下所示：

```
READNEXT x
data(i, j) = x
```

READNEXT 采用句点作为小数分隔符。要使用 Windows 设置中当前选定的小数分隔符，请使用关

键字 READNEXT_LOCALE。

示例：

```
OPEN "C:\DATA\TEST.DAT"
READNEXT x1, x2
READNEXT x3
CLOSE
```

相关关键字：

OPEN、CLOSE、READ、READSKIP、READSTRING、READNEXT_LOCALE

READSKIP

从 OPEN 命令打开的现有文本文件中，读取任何数量的无效字符。

语法：

```
READSKIP n
```

详述：

文件必须已经打开，请参阅关键字 OPEN 了解更多详情。如果 n 是正数，则 READSKIP 从文件中读取正好 n 个字符。如果 n 是负数，则 READSKIP 读取至当前行的结尾。读取的字符被删除。此函数可以有效跳过任何数量的无效字符，从而可以更快地访问大型文件。
通常在读取所有数据之后，用关键字 CLOSE 来关闭文件。请参阅函数 EOFF。

示例：

```
PRINT "Reading the contents of file TEST.DAT!"
OPEN TEST.DAT
READSKIP 59
READSTRING A$
PRINT A$
CLOSE
```

相关关键字：

OPEN、CLOSE READ、READNEXT、READSTRING

READSTRING

从 OPEN 命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法:

```
READSTRING A$
```

详述:

文件必须已经打开，请参阅关键字 OPEN 了解更多详情。每个 READ STRING 命令将从打开的文件中读取一行字符。读取的整行字符都将存储于指定的变量中。一行中最多可以读取和存储 359 个字符。指定的变量必须是有效的 ZPL 字符串变量名，但不需要提前定义字符串变量。通常在读取所有字符之后，用关键字 CLOSE 来关闭文件。请参阅函数 EOFF。

示例:

```
PRINT "Reading the contents of file TEST.DAT!"
OPEN TEST.DAT
READSTRING A$
PRINT A$
CLOSE
```

相关关键字:

OPEN、CLOSE READ、READNEXT、READSKIP

RELEASE

请参阅[数组变量] (Array variables)。

RELOADOBJECTS

将 NSC 物体重新加载到 NSC 编辑器中。

语法:

```
RELOADOBJECTS surface, object
```

详述:

surface 的表达式的计算结果必须为整数，表示非序列组件面对应的表面编号。 在 NSC 模式下，surface 的值设为 1。object 的表达式的计算结果必须为整数，表示需要加载的物体编号。object 的值为 0 表示重新加载所有物体。此关键字可能需要大量的时间来执行，具体时间取决于定义的物体的数量和类型。

示例:

```
RELOADOBJECTS 1, 0
```

REM、!、#

REM、! 和 # 用来定义备注或注释。

语法：

```
REM (text)
! (text)
(valid zpl line) # (text)
```

详述：

“!”用来表示备注。仅当 REM 命令和“!”符号出现在某一行的开头时，才可表示备注或者注释。# 符号可应用在某一行中的任何位置，但仅当“#”不在字符串内部时，才表示注释。“#”符号后面的所有内容都表示注释信息。

示例：

```
REM any text can be placed after the REM command.
! any text can also be placed
! after the exclamation symbol.
x = 5 # this syntax allows comments to be placed on the same line as a command.
```

REMOVEVARIABLES(keywords)

将当前定义的所有变量设置为固定值。

语法：

```
REMOVEVARIABLES
```

RESUMEUPDATES

当禁止显示时，SUSPENDUPDATES 可阻止任何 UI 编辑器窗口被 ZPL 命令更新，而 RESUMEUPDATES 可结束禁止。有关更多信息，请参阅 SUSPENDUPDATES。

RENAMEFILE

RENAMEFILE 用于重命名文件。

语法：

```
RENAMEFILE oldfilename, newfilename
```

详述：

该关键字需要两个文件名，定义为引号中的文字字符串或字符串变量。文件名必须包含完整路径、

名称及扩展名。将文件 oldfilename 重命名为 newfilename。

示例：

```
RENAMEFILE AFILE$, BFILE$
```

相关关键字：

```
COPYFILE
DELETEFILE
```

RETURN

请参阅 GOSUB。

REWIND

REWIND 将删除 PRINT 命令输出的最后一行，直到上一行的结尾。可以实现在一个文本输出文件的现有行上输出计数器或其它数据。

语法：

```
REWIND
```

示例：

```
PRINT "First line"
REWIND
PRINT "New First line"
```

相关关键字：

PRINT

SAVEARCHIVE

将当前镜头保存为 Zemax 存档文件 (*.ZAR)。

语法：

```
SAVEARCHIVE filename
```

详述：

filename 必须包含存档文件的名称，包括扩展名。如果 filename 未指定存档文件的完整路径，则会使用镜头的默认文件夹。请参阅[备份存档文件](Backup To Archive File)。

SAVEDETECTOR(keywords)

将有关探测器的最新数据保存到文件中保存到指定文件中，包括 NSC 矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器或体探测器物体。

语法:

```
SAVEDETECTOR surf, object, filename
```

详述:

该关键字需要指定 surf 和 object 的数值表达式以及 filename。在混合序列/非序列模式下，surf 是非序列组件的表面编号；在非序列模式下，surf 的值设为 1。object 是探测器物体的编号。filename 可包含完整路径，如果没有提供路径，则会使用当前镜头的路径。对于矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体，扩展名应分别为 DDR、DDC、DDP 或 DDV。

相关关键字:

LOADDETECTOR

SAVELENS

保存当前镜头文件。

语法:

```
SAVELENS filename, session
```

详述:

SAVELENS 用指定的 filename 保存当前镜头文件。原文件夹中的当前镜头名也会更改。若 filename 包含完整路径、名称和扩展名，则会将当前镜头文件保存到指定目录下；若 filename 只含名称和扩展名，则将当前镜头保存在默认文件夹中。如果指定的文件名不存在，则镜头数据将保存在当前文件中。如果变量 session 为非 0 值，则同时保存 session 文件。

示例:

```
SAVELENS
SAVELENS "NEWCOPY.ZMX"
SAVELENS NEW$
```

相关关键字:

LOADLENS

SAVEMERIT(keywords)

将当前评价函数保存到文件中。

语法：

```
SAVEMERIT filename
```

详述：

SAVEMERIT 将当前评价函数保存到文件中。如果 filename 包含完整路径（如 C:\MYDIR\MYLENS.MF），则将使用指定路径。如果 filename 不包含完整路径，则将使用默认 <data>\MeritFunction 文件夹（参阅[文件夹](Folders)）。另请参阅 LOADMERIT。

SAVETOLERANCE(keywords)

将当前公差保存到文件中。

语法：

```
SAVETOLERANCE "filename"
SAVETOLERANCE file$
```

详述：

如果文件名包含完整路径（如 C:\MYDIR\MYLENS.TOL），则将创建指定文件。如果 filename 不包含完整路径，则将使用默认 <data>\Tolerance 文件夹（参阅[文件夹](Folders)）。另请参阅 LOADTOLERANCE。

SAVEWINDOW

将任何文本窗口的文本保存到文件中。

语法：

```
SAVEWINDOW winnum, filename
```

详述：

winnum 值可为整数或运算结果为整数的表达式。winnum 对应于应保存到文件的文本窗口编号。OpticStudio 以窗口打开的顺序对窗口进行编号，从 1 开始。若用户关闭某些窗口，则 OpticStudio 会从列表中删除已关闭的窗口，但不会对余下的窗口重新编号。重新打开的任何窗口将会使用最小的可用窗口编号。

示例：

```
SAVEWINDOW 1, "C:\TEMP\TEXTFILE.TXT"
SAVEWINDOW 3, A$
```

SCATTER

在进行光线追迹时，用于控制是否追迹序列表面散射。

语法：

```
SCATTER ON
SCATTER OFF
```

详述：

宏开始位置的默认条件是 SCATTER OFF；并且将以默认方式追迹所有光线。如果执行 SCATTER ON，则将为所有后续 RAYTRACE 命令启用序列表面散射。

SDIA

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

SETAIM

设置光线瞄准功能的状态。

语法：

```
SETAIM state
```

详述：

此关键字需要一个计算结果为 0 或 1 的数值表达式。表达式 state 是一个代码，0 表示关闭光线瞄准，1 表示开启光线瞄准。

示例：

```
SETAIM 1
```

相关关键字：

SETAIMDATA

SETAIMDATA

设置光线瞄准功能的各种变量数据。

语法：

```
SETAIMDATA code, value
```

详述：

code 值的使用如下所示：

code	特性

1	如果 value 为 1，则表示勾选[使用光线瞄准缓存](Use Ray Aiming Cache)，如果 value 为 0，则表示不勾选。
2	如果 value 为 1，则表示勾选[增强型光线瞄准](Robust Ray Aiming)，如果 value 为 0，则表示不勾选
3	如果 value 为 1，则表示勾选[以视场缩放光瞳漂移](Scale Pupil Shift Factors by Field)，如果 value 为 0，则表示不勾选。
4、5、6	分别设置 X、Y 和 Z 光瞳漂移的值。
7、8	分别设置 X 和 Y 光瞳压缩的值。

示例：

```
SETAIMDATA 5, 0.34
```

相关关键字：

SETAIM

SETAPODIZATION

该命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

SETCONFIG(keywords)

设置多重结构（变焦）系统的当前结构。

语法：

```
SETCONFIG config
```

详述：

config 表达式的计算结果必须为 1 到多重结构的最大数量之间的整数。

示例：

```
SETCONFIG 4
```

相关函数：

CONF, NCON

SETDETECTOR

在矩形探测器物体上，设置任何像素对应的相干或非相干探测器数据。

语法：

```
SETDETECTOR surf, object, pixel, datatype, value
```

详述：

此关键字需要各变量的数值表达式，指定整数 surf、object、pixel 和 datatype，以及新的探测器值。surf 是非序列组件的表面编号；在非序列模式下， surf 的值设为 1。 object 是探测器的编号。物体必须是矩形探测器。pixel 是介于 1 到 object 最大像素数之间的数字。datatype 为 0 表示非相干强度，1 表示角度空间中的非相干强度，2 表示相干实部，3 表示相干虚部，4 表示相干振幅。有关这些值的用法和含义的更多信息，请参阅[矩形探测器物体](Detector Rectangle object)。非相干强度的单位是光源单位（参阅[光源单位](Source Units)）。相干振幅的单位是光源单位的平方根。

示例：

```
SETDETECTOR 1, 5, 12, 0, 1.0056
```

相关函数：

NSDD

SETMCOPERAND

将多重结构编辑器的任何行或结构设置为任何数值。

语法：

```
SETMCOPERAND row, config, value, datatype
```

详述：

此关键字需要计算结果为整数的数值表达式，用于指定多重结构编辑器的 row 和 config 编号。

如果 config 编号为 0，则 value 的含义如下所示：

datatype = 0，value 是文字字符串或字符串变量，用于指定操作数的名称。
datatype = 1、2 或 3，value 是 1、2 或 3，分别表示多重结构操作数定义的部分参数值。更多关于多重结构操作数的描述，请参阅“多重结构操作数概要”。

如果 config 编号对应于某个已定义的结构，则 value 的含义如下所示：

datatype = 0，value 表示操作数的值。
datatype = 1，value 表示操作数的跟随求解类型中的偏移量。
datatype = 2，value 表示操作数的跟随求解类型中的缩放因子。
datatype = 3，value 表示操作数的求解类型，0 表示固定，1 表示变量，2 表示跟随，3 表示热跟

随。

datatype = 4，value 值是跟随的结构编号。

datatype = 5，value 值是跟随的行编号。

示例：

```
SETMCOPERAND 3, 4, somevalue, 0
SETMCOPERAND 1, 0, "THIC", 0
```

相关函数：

MCOP

SETNSCPARAMETER(keywords)

在 NSC 编辑器中设置任何物体的参数值。

语法：

```
SETNSCPARAMETER surface, object, parameter, value
```

详述：

此关键字需要 3 个计算结果为整数的数值表达式，用于指定非序列组件表面编号、物体编号和参数编号。第四个变量 value 是指定参数的新数值。

示例：

```
SETNSCPARAMETER 4, 2, 15, newp15value
```

相关函数：

NPOS，NPAR

相关关键字：

INSERTOBJECT、SETNSCPOSITION、SETNSCPROPERTY

SETNSCPOSITION(keywords)

在 NSC 编辑器中设置任何物体的 x、y、z 或 x 倾斜、y 倾斜、z 倾斜位置。

语法：

```
SETNSCPOSITION surface, object, code, value
```

详述：

此关键字需要 3 个计算结果为整数的数值表达式，用于指定非序列组件表面编号、物体编号和[代码](code)。code 是 1 到 6，分别表示 x、y、z 或 x 倾斜、y 倾斜、z 倾斜位置。第四个变量 value 表示指定位置的新数值。

示例：

```
SETNSCPOSITION 4, 2, 2, newyvalue
```

相关函数：

NPOS, NPAR

相关关键字：

INSERTOBJECT, SETNSCPARAMETER, SETNSCPROPERTY

SETNSCPROPERTY(keywords)

设置 NSC 物体的属性。

语法：

```
SETNSCPROPERTY surface, object, code, face, value
```

详述：

此关键字需要 4 个计算结果为整数的数值表达式，用于指定非序列组件表面编号（在非序列模式下，surface 值设为 1）、物体编号、指定修改物体对应属性的代码以及物体的对应面编号（如果没有使用设置的属性，则 face 值设为 0）。第五个变量 value 表示指定属性的新数值，可以是引号中的文本、字符串变量或者数值表达式。代码如下：

代码	属性
以下代码表示设置 NSC 编辑器中的值。	
1	设置物体注释。
2	设置参考物体编号。
3	设置[在内部](inside of)的物体编号。
4	设置物体材料。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中的[类型](type)选项卡上对应的值。	
0	设置物体类型。value 必须是物体的名称，比如表示标准镜头的 “NSC_SLEN”。在分类报表中列出了 NSC 编辑器中每个物体类型的名称。所有 NSC 物体名称均以“NSC_”开头。
13	设置[用户自定义孔径](User Defined Aperture)，用 1 表示勾选，用 0 表示未勾选。
14	设置[用户自定义孔径](User Defined Aperture)文件名。
15	设置[使用全局 XYZ 旋转命令](Use Global XYZ Rotation Order)复选框，用 1 表示

	勾选，用 0 表示未勾选。
16	设置[光线忽略物体](Rays Ignore This Object)选项，用 0 表示从不，1 表示始终，2 表示启用。
17	设置[物体为探测器](Object Is A Detector)复选框，用 1 表示勾选，用 0 表示未勾选。
18	设置[考虑物体](Consider Objects)列表。此变量是一个字符串，列出需要考虑物体的编号，用空格隔开，比如“2 5 14”。
19	设置[忽略物体](Ignore Objects)列表。此变量是一个字符串，列出需要忽略物体的编号，用空格隔开，比如“1 3 7”。
20	设置[使用像素插值](Use Pixel Interpolation)复选框，用 1 表示勾选，用 0 表示未勾选。
30	设置[光线分裂时使用考虑/忽略物体](Use Consider/Ignore Objects When Splitting)复选框，用 1 表示勾选，用 0 表示未勾选。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中[膜层/散射](Coat/Scatter)选项卡上对应的值。	
5	设置指定表面的膜层名称。
6	设置指定表面的配置文件名称。
7	设置指定表面的散射模型。0 = 无，1 = 朗伯，2 = 高斯，3 = ABg， 4 = 用户自定义，5 = BSDF，6 = ABg 文件，7 = IS 散射库。
8	设置指定表面的散射系数。
9	设置指定表面的散射光线数。
10	设置指定面的高斯 Sigma（高斯散射模型）或采样方位角（BSDF 或 IS 散射库散射模型）。
11	设置指定表面的反射 ABg 数据名称。
12	设置指定表面的透射 ABg 数据名称。

27	设置用户自定义散射 DLL 的名称。
21-26	设置用户定义的散射 DLL 的参数值。
28	设置用户定义的散射数据文件的名称。
29	设置指定表面的[面为](Face Is)属性。0 表示[物体默认](Object Default)，1 表示[反射](Reflective)，2 表示[吸收](Absorbing)。
31	设置指定面的反射 BSDF 数据文件。value 必须是 BSDF 文件的名称，且不含路径（如 BrownVinyl.bsdf）。
32	设置指定面的透射 BSDF 数据文件。value 必须是 BSDF 文件的名称，且不含路径（如 BrownVinyl.bsdf）。
33	设置指定面的反射 ABg 数据文件。value 必须为 ABGF 文件名，且不含路径（如 SampleABGF.abgf）。
34	设置指定面的透射 ABg 数据文件。value 必须为 ABGF 文件名，且不含路径（如 SampleABGF.abgf）。
35	设置指定面的反射 IS 散射库数据文件。value 必须为 ISX 文件名，不含路径（如 BrownVinyl.ISX）。
36	设置指定面的透射 IS 散射库数据文件。value 必须为 ISX 文件名，不含路径（如 BrownVinyl.ISX）。
37	设置指定表面的薄板散射选项。使用 0 可关闭选项（不勾选复选框中的选项），用 1 可开启选项（勾选复选框中的选项）
38	设置 IS 散射库散射的采样面反射率。用 0 表示前面，1 表示后面。
39	设置 IS 散射库散射的采样面透过率。用 0 表示前面，1 表示后面。
40	设置 IS 散射库散射的采样反射率。用 0 表示 5 度，1 表示 2 度、2 表示 1 度。
41	设置 IS 散射库散射的采样透过率。用 0 表示 5 度，1 表示 2 度、2 表示 1 度。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中 [体散射](Volume Physics)选项卡	

上对应的值。	
81	在体散射选项卡上设置[模型](Model)的值。用 0 表示[无体散射](No Bulk Scattering)，1 表示[角度散射](Angle Scattering)，2 表示[DLL 文件散射](DLL Defined Scattering)，3 表示[荧光散射]()。
82	设置要用于体散射的平均光程。
83	设置要用于体散射的角度。
84	设置要用于体散射的 DLL 文件名称。
85	设置要传递到 DLL 的参数值，其中 face 值用于指定需要定义的参数。第一个参数为 1，第二个参数为 2，以此类推。
86	设置波长漂移字符串。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中[衍射](Diffraction)选项卡上对应的值。	
91	在[衍射](Diffraction)选项卡上设置[分裂](Split)值。0 表示[不按次序分裂](Don't Split By Order)，1 表示[按以下表格分裂](Split By Below)，2 表示 [根据 DLL 函数分裂](Split By DLL Function)。
92	设置要用于衍射分裂的 DLL 的名称。
93	设置起始次序值。
94	设置终止次序值。
95、96	在[衍射](Diffraction)选项卡上设置参数值。这此参数传递到衍射分裂 DLL 函数，同样也是[按以下表格分裂](Split By Below)选项使用的次序值。face 值用于指定需要定义的参数。第一个参数为 1，第二个参数为 2，以此类推。代码 95 用于反射属性，96 用于透射属性。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中[光源](Sources)选项卡上对应的值。	
101	设置光源物体的[随机偏振](random polarization)。用 1 表示勾选，用 0 表示未勾选。
102	设置光源物体[逆向光线](reverse rays option)选项。用 1 表示勾选，用 0 表示未勾

	选。
103	设置光源物体琼斯 X 值。
104	设置光源物体琼斯 Y 值。
105	设置光源物体相位 X 值。
106	设置光源物体相位 Y 值。
107	设置光源物体[初始相位](initial phase)值(以度为单位)。
108	设置光源物体[相干长度](coherence length)值。
109	设置光源物体[预传播](pre-propagation)值。
110	设置光源物体采样方法；0 表示随机，1 表示 Sobol 采样。
111	设置光源物体体散射方法；0 表示多次、1 表示一次、2 表示从不。
112	设置[阵列类型](array mode)，0 表示无，1 表示矩形，2 表示圆形，3 表示六边，4 表示六角。
113	设置[光源颜色模型](source color mode)。有关可用模式的完整列表，请参阅[定义光源颜色和光谱的目录](Defining the color and spectral content of sources)。光源颜色模型从 0 开始编号，0 表示系统波长，然后从 1 到 n 分别表示对话框中列出的模型序号。
114-116	分别设置光谱步长数量、起始波长和终止波长。
117	设置光谱文件的名称。
161-162	设置阵列类型整数变量 1 和 2。
165-166	设置阵列类型双精度变量 1 和 2。
181-183	设置光源颜色模型变量，例如，三色刺激值 XYZ 。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中[梯度折射](Grin)选项卡上对应的值。	
121	设置使用 [DLL 定义梯度折射率介质](Use DLL Defined Grin Media)复选框。用 1 表

	示勾选，用 0 表示未勾选。
122	设置[最大步长](Maximum Step Size)值。
123	设置 DLL 名称。
124	设置 Grin DLL 参数。这些是传递到 DLL 的参数。face 值用于指定需要定义的参数。第一个参数为 1，第二个参数为 2，以此类推。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中[绘图](Draw)选项卡上对应的值。	
141	设置[不显示此物体](do not draw)复选框。用 1 表示勾选，0 表示未勾选。
142	设置物体透明度。用 0 表示 100%，1 表示 90%，2 表示 80%，以此类推。
143	设置物体的[绘图精度](drawing resolution)。用 0 表示标准，1 表示中等，2 表示高，3 表示精密，4 表示用户自定义。
144	在[绘图精度](drawing resolution)设置为 Custom 时，设置绘图精度中输入的第一个分辨率的值（例如，环形非球面镜头物体的“角”分辨率）。在使用此代码之前，必须将[绘图精度](drawing resolution)设置为 Custom。
145	在[绘图精度](drawing resolution)设置为 Custom 时，设置绘图精度中输入的第二个分辨率的值（例如，环形非球面镜头物体的“径向”分辨率）。在使用此代码之前，必须将[绘图精度](drawing resolution)设置为 Custom。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中[散射路径](Scatter To)选项卡上对应的值。	
151	设置散射路径模型。用 0 表示散射路径(Scatter To List)，1 表示重点采样。
152	设置重点采样目标数据。变量必须是一个字符串，列出光线编号、物体编号、尺寸和极值，并且用空格分隔，以下是用于设置光线 3、物体 6、尺寸 3.5 和极值 0.6 重点采样的语法：“3 6 3.5 0.6”。
153	设置[散射路径](Scatter To List)值。变量是一个字符串，列出了散射路径上的物体编号，用空格分隔，比如“4 6 19”。
以下代码用于设置[物体属性](Object Properties)对话框中[双折射](Birefringence)选项卡对应的值。	

171	设置[双折射介质](Birefringence Media)复选框。用 0 表示未勾选，用 1 表示勾选。
172	设置双折射介质模式。用 0 表示追迹寻常光线和非寻常光线，1 表示只追迹寻常光线，2 表示只追迹非寻常光线，3 表示波片模式。
173	设置[双折射介质反射](Birefringent Media Reflections)状态。用 0 表示追迹反射和折射光线，1 表示只追迹反射光线，2 表示只追迹折射光线。
174-176	设置 Ax、Ay 和 Az 值。
177	设置轴长。
以下代码不设置任何值，此处只是为了返回函数 NPRO 的值。	
200	通过函数 NPRO 确定某个物体的折射率。语法为::NPRO(表面, 物体, 200, 波长编号)
201-203	通过函数 NPRO 确定某个物体的 nd (201)、vd (202) 和 dpgf (203) 参数（使用模型玻璃求解方式）。语法为::NPRO(表面, 物体, 201, 0)

以后会增加其它代码值，根据用户的需求来设置 NSC 物体的其它属性。

示例：

```
SETNSCPROPERTY 1, 2, 0, 0, "NSC_SLEN"
```

相关函数：

NPOS、NPAR、NPRO

相关关键字：

INSERTOBJECT、SETNSCPARAMETER、SETNSCPOSITION

SETOPERAND(keywords)

将评价函数编辑器中的任何行和列设置为某个数值。

语法：

```
SETOPERAND row, col, value
```

详述：

此关键字需要计算结果为整数的数值表达式，用于指定评价函数编辑器的行和列。整数 col 为 1 表示操作数类型，2 表示 int1，3 表示 int2，4 到 7 表示 data1 到 data4，8 表示目标，9 表示权重。若要设置与操作数相关联的注释字符串，请将 col 设为 10。若要设置操作数类型，可将 col 设为

1，并使用函数 ONUM 返回的整数操作数。设置操作数类型的另一种方法是将 col 设为 11，并与操作数类型的字符串名称配合使用，如 EFFL 或 DIST。如果 col 为 10 或 11，则 value 应该是字符串常量或变量。col 为 12 表示 data5，13 表示 data6。请注意，无法设置当前值和贡献百分比，但会计算其数值。

示例：

```
SETOPERAND 1, 8, tarvalue
SETOPERAND 3, 11, "EFFL"
SETOPERAND 5, 10, "Operand Number 5"
```

相关函数：

MFCN, OPER, ONUM

SETSTDD

该命令已被废弃。请参阅 SETSURFACEPROPERTY、SURP。

SETSURFACEPROPERTY, SURP

设置表面的属性。

语法：

```
SETSURFACEPROPERTY surface, code, value1, value2
SURP surface, code, value1, value2
```

详述：

surface 是一个计算结果为整数的表达式，指定表面编号。code 是一个计算结果为整数的表达式，或者是助记符，用于指定要修改表面的哪些属性。第三个和第四个变量表示指定表面属性的新值，可能是引号中的文本、字符串变量或数值表达式，具体取决于代码。对于大多数代码，需要修改的属性由 value1 参数定义。少数操作数同时需要 value1 和 value2 定义，如下表所述。

如果要修改的属性由多重结构编辑器控制，那么当前结构的多重结构数据也会发生变化，以显示更改的属性。

若要将某个表面设置为光阑面，请参阅 STOPSURF。

SURP 是 SETSURFACEPROPERTY 的缩写，功能完全相同。

代码	特性
表面基础数据。请参阅[镜头数据](Lens Data)。	
0 或 TYPE	表面类型。value 是物体的名称，比如表示标准表面的 STANDARD。在表面数

	据概要的分类报表中列出了当前镜头数据编辑器中的每个表面类型名称。 若要将表面类型更改为用户自定义表面，请首先使用代码 9 (SDLL) 来设置 DLL 名称，然后将新的表面类型设置为 USERSURF。 另请参阅[代码 17](Code 17)。
1 或 COMM	注释。
2 或 CURV	以镜头单位表示的曲率（不是半径）。使用 0 表示无穷大半径。
3 或 THIC	厚度，以镜头单位表示。
4 或 GLAS	玻璃名称。另请参阅[代码 18](Code 18)。
5 或 CONI	圆锥系数。
6 或 SDIA	净半口径或半口径。如果 value 为 0 或正数，则净半口径或半口径的求解类型设置为固定。如果 value 为负数，则净半口径或半口径的求解类型设置为自动，并且净半口径或半口径的值由下一个 UPDATE 关键字计算出来。
7 或 TCE	热膨胀系数。
8 或 COAT	膜层名称。将 value1 设置为空白字符串可删除膜层。
9 或 SDLL	用户自定义表面 DLL 名称。
10 或 PARM	参数值。value1 为新的数值。value2 为参数编号。
11 或 EDVA	附加数据值。value1 为新的数值。value2 为附加数据编号。
12	表面颜色，用 0 表示默认值。
13	表面透明度。
14	行颜色。
15	表面不能是超半球面。使用 1 可避免表面成为超半球面。
16	忽略表面。用 1 表示忽略表面，0 表示不忽略表面。
17 或 CODE	表面类型的整数代码。整数代码是使用代码 0 设置表面名称的备用选项。有关更多详情，请参阅上文中对代码 0 的说明。

18 或 GLAN	玻璃编号。另请参阅[代码 4](Code 4)。
表面孔径数据。请参阅[表面属性对话框中孔径选项卡](Surface properties aperture tab)。	
20 或 ATYP	表面孔径类型代码。
21 或 APP1	表面孔径参数 1。
22 或 APP2	表面孔径参数 2。
23 或 APDX	表面孔径 x 偏心。
24 或 APDY	表面孔径 y 偏心。
25 或 UDA	用户自定义孔径 (UDA) 文件名。
26 或 APPU	表面孔径跟随求解的表面编号。用 0 表示无。
27 或 CHZN 表面的延伸区。28 或 MCSD 机械半口径。如果 value 为 0 或正数，则机械半口径的求解类型设置为固定。如果 value 为负数，则机械半口径的求解类型设置为自动，并且机械半口径的值由下一个 UPDATE 关键字计算出来。物理光学传播设置。请参阅[表面属性对话框中物理光学选项卡](Surface specific settings)。	
30	物理光学设置[用几何光线传播到下一表面](Use Rays To Propagate To Next Surface)。用 1 表示勾选，0 表示未勾选。
31	物理光学设置[不用几何光线数据缩放光束尺寸](Do Not Rescale Beam Size Using Ray Data)。 用 1 表示勾选，0 表示未勾选。
32	物理光学设置[采用角谱算法](Use Angular Spectrum Propagator)。 用 1 表示勾选，0 表示未勾选。
33	物理光学设置[在实体模型上显示 ZBF](Draw ZBF On Shaded Model)。 用 1 表示勾选，0 表示未勾选。
34	物理光学设置 Recompute Pilot Beam Parameters。1 表示勾选，0 表示未勾选。
35	物理光学设置[折射后重新采样](Resample After Refraction)。 1 表示勾选，0 表示未勾选。

36	物理光学设置[自动重新采样](Auto Resample)。1 表示勾选，0 表示未勾选。
37	物理光学设置[新建 X 采样](New X Resample)。1 表示 32，用 2 表示 64 等。
38	物理光学设置[新建 Y 采样] (New Y Resample)。1 表示 32， 2 表示 64 等。
39	物理光学设置[新建 X 宽度](New X-Width)。数组的 X 方向全宽。
40	物理光学设置[新建 Y 宽度](New Y-Width)。数组的 Y 方向全宽。
41	物理光学设置[输出 Pilot 半径](Output Pilot Radius)。使用 0 表示最佳拟合，1 表示更短，2 表示更长，3 表示 x，4 表示 y，5 表示平面，6 表示用户。
42、43	分别为物理光学设置 X-Radius 和 Y-Radius。
44	物理光学设置[采用 X 轴参考](Use X-axis Reference)。1 表示勾选，0 表示未勾选。
膜层设置。请参阅[表面属性对话框中膜层选项卡](Surface coating tab)。另请参阅上文的 code 8。	
50	使用多膜层和折射率偏移。用 1 表示勾选，0 表示未勾选。
51	多膜层值。value1 为新的数值。value2 为膜层编号。
52	多膜层状态。value1 为状态，用 0 表示固定，1 表示变量，或者用 n+1 表示跟随膜层 n。value2 为膜层编号。
53	膜层折射率偏移值。value1 为新的数值。value2 为膜层编号。
54	膜层折射率偏移状态。value1 为状态，用 0 表示固定，用 1 表示变量，或者用 n+1 表示跟随膜层 n。value2 为膜层编号。
55	膜层消光偏移值。value1 为新的数值。value2 为膜层编号。
56	膜层消光偏移状态。value1 为状态，用 0 表示固定，用 1 表示变量，或者用 n+1 表示跟随膜层 n。value2 为膜层编号。
表面倾斜和偏心数据。请参阅[表面属性对话框中倾斜/偏心选项卡](Surface tilt/decenter tab)。	

60 或 BOR	面之前的倾斜和偏心顺序。用 0 表示偏心/倾斜，用 1 表示倾斜/偏心。
61 或 BDX	面之前 x 偏心。
62 或 BDY	面之前 y 偏心。
63 或 BTX	面之前 x 倾斜
64 或 BTY	面之前 y 倾斜
65 或 BTZ	面之前 z 倾斜
66 或 APU	面之后的状态：0 表示直接，1 或 2 表示跟随或翻转当前表面，3 或 4 表示跟随或翻转当前表面减 1，5 或 6 表示跟随或翻转当前表面减 2，以此类推。
70 或 AOR	面之后倾斜和偏心顺序。用 0 表示偏心/倾斜，用 1 表示倾斜/偏心。
71 或 ADX	面之后 x 偏心。
72 或 ADY	面之后 y 偏心。
73 或 ATX	面之后 x 倾斜。
74 或 ATY	面之后 y 倾斜。
75 或 ATZ	面之后 z 倾斜。
76	坐标返回状态。仅在坐标变换面上有效。用 0 表示无，1 表示 仅方向，2 表示 XY 方向，3 表示 XYZ 方向。
77	坐标返回至表面。仅在坐标变换面上有效。
表面散射数据。请参阅[表面属性对话框中散射选项卡](Surface properties scattering tab)。	
80	设置散射代码：0 表示无，1 表示朗伯，2 表示高斯，3 表示 ABg，4 表示 DLL，5 表示 BSDF，6 表示 ABg 文件，7 表示 IS 散射库。
81	设置散射因子，在 0.0 到 1.0 之间。
82	设置高斯散射 Sigma。

83	设置 ABg 文件名称。
84	设置用户自定义散射 DLL 的名称。若要设置参数，请参阅 Code181。
85	设置用户自定义散射 DLL 使用的数据文件名称。
86	设置 BSDF 文件名称。value 必须是 BSDF 文件的名称，且不含路径（如 BrownVinyl.bsdf）。
87	设置 ABg 数据文件名称。value 必须是 ABGF 文件的名称，且不含路径（如 SampleABGF.abgf）。
88	设置 IS 散射库数据文件名称。value 必须为 ISX 文件名，且不含路径（如 BrownVinyl.ISX）。
110	设置 IS 散射库散射的边。用 0 表示前面，1 表示后面。
111	设置 IS 散射库散射的采样。用 0 表示 5 度， 1 表示 2 度、 2 表示 1 度。
表面绘制数据。请参阅[表面属性对话框中绘制选项卡](Surface properties draw tab)。	
90	设置[隐藏这个表面的光线](Hide Rays To This Surface)复选框状态：0 表示关闭，1 表示开启。
91	设置[光线忽略这个面](Skip Rays To This Surface)复选框状态：0 表示关闭，1 表示开启。
92	设置[不显示此表面](Do Not Draw This Surface)复选框状态：0 表示关闭，1 表示开启。
93	设置[不显示此表面的边缘](Do Not Draw Edges From This Surface)复选框状态：0 表示关闭，1 表示开启。
96	设置[边缘显示](Draw Edges As)状态：0 表示平方，1 表示锥形，2 表示平面。
97	设置[镜面基底](Mirror Substrate)状态：0 表示无，1 表示平面，2 表示弯曲。
98	设置镜面基底厚度值。

用户自定义面散射 DLL 参数。请参阅[表面属性对话框中散射选项卡](Surface properties scattering tab)。	
181-186	设置用户自定义的散射 DLL 参数 1-6。

更改表面属性之后，通常需要执行 UPDATE 关键字（参阅 UPDATE），以更新光瞳位置、求解以及正确光线追迹所必需的其它数据。OpticStudio 不会自动执行 UPDATE，因为执行所有关键字 SETSURFACEPROPERTY 之后再执行一次 UPDATE，这样运行速度会更快。函数 SPRO 使用类似的语法和相同代码值来“获取”表面属性值，而不是“设置”这些值。

示例：

```
!Set the glass type on surface 7 to BK7
SETSURFACEPROPERTY 7, GLAS, "BK7"
!Set the thickness of surface 2 to the thickness of surface 1
SETSURFACEPROPERTY 2, THIC, THIC(1)
!Set the value of parameter 4 on surface 11 to 7.3
SURP 11, PARM, 7.3, 4
```

相关函数：

SPRO

相关关键字：

SETSYSTEMPROPERTY、UPDATE

SETSYSTEMPROPERTY、SYSP

设置系统的属性，如系统孔径、视场、波长和其它数据。

语法：

```
SETSYSTEMPROPERTY code, value1, value2
SYSP code, value1, value2
```

详述：

此关键字需要一个计算结果为整数的表达式，指定要修改系统的哪些属性。第二个和第三个变量是指定属性的新数值，可能是引号中的文本、字符串变量或数值表达式，具体取决于 code。对于大多数 code，需要修改的属性由 value1 参数定义。少数操作数同时需要 value1 和 value2 定义，如下表所述。

如果要修改的属性由多重结构编辑器控制，那么当前结构的多重结构数据也会发生变化，以显示更改的属性。。

SYSP 是 SETSYSTEMPROPERTY 的缩写，功能完全相同。

代码	特性
4	设置[折射率数据与环境匹配](Adjust Index Data To Environment)，用 0 表示关闭，1 表示开启。请参阅[折射率数据与环境匹配](Adjust Index Data To Environment)。
10	孔径类型代码。有关代码值的详情，请参阅[孔径类型](Aperture Type)。
11	孔径值。请参阅[孔径值] (Aperture Value)。
12	切趾类型代码。用 0 表示均匀，1 表示高斯，2 表示余弦立方。请参阅[切趾类型](Apodization Type)。
13	切趾因子。请参阅[切趾因子](Apodization Factor)。
14	远心物空间。用 0 表示关闭，1 表示开启。请参阅[远心物空间](Telecentric Object)。
15	在更新时迭代求解。用 0 表示关闭，1 表示开启。请参阅[在更新时迭代求解](Iterate Solves When Updating)。
16	镜头标题。请参阅[镜头标题](Lens Title)。
17	镜头备注。请参阅[备注](Notes)。
18	无焦像空间。用 0 表示关闭，1 表示开启。请参阅[无焦像空间](Afocal Image Space)。
21	全局坐标参考面。请参阅[全局坐标参考面](Global Coordinate Reference Surface)。
23	玻璃库列表。用一个字符串或字符串变量表示，指定玻璃库，如 SCHOTT。若要指定多个库，可列出以空格分隔的多个玻璃库名称，比如 SCHOTT HOYA OHARA。
24	系统温度（以摄氏度为单位）。请参阅[以摄氏度表示的温度](Temperature in degrees C)。

25	以大气压表示的系统压强。请参阅[ATM 压强](Pressure in ATM)。
26	OPD 参考方法。用 0 表示绝对，用 1 表示无限，用 2 表示出瞳，用 3 表示绝对 2。请参阅[OPD 参考](Reference OPD)。
30	镜头单位代码。用 0 表示毫米，1 表示厘米，2 表示英寸，3 表示米。更改镜头单位不会缩放或转换镜头数据，只是更改显示镜头规格数据的方式。请参阅[镜头单位](Lens Units)。
31	光源单位前缀。用 0 表示法，1 表示皮，2 表示纳，3 表示微，4 表示毫，5 表示无、6 表示千，7 表示百万，8 表示千兆，9 表示百亿。请参阅[光源单位](Source Units)。
32	光源单位。用 0 表示瓦，1 表示流明，2 表示焦耳。请参阅[光源单位](Source Units)。
33	分析单位前缀。用 0 表示法，1 表示皮，2 表示纳，3 表示微，4 表示毫，5 表示无，6 表示千，7 表示百万，8 表示千兆，9 表示百亿。请参阅[分析单位](Analysis Units)。
34	分析单位的[“每”面积](“per” Area)。用 0 表示每平方毫米，1 表示每平方厘米，2 表示每平方英寸，3 表示每平方米，4 表示每平方英尺。
35	MTF 单位代码。0 表示周期/毫米，1 表示周期/毫弧度。请参阅[MTF 单位](MTF Units)。
40	膜层文件名称。请参阅[膜层文件](Coating File)。
41	散射配置文件名称。请参阅[散射配置文件](Scatter Profile)。
42	ABg 数据文件名称。请参阅[ABg 数据文件](ABg Data File)。
43	GRADIUM Profile 名称。请参阅 GRADIUM Profile。
50	NSC 每条光线最大交点数目。请参阅[每条光线最大交点数目](Maximum Intersections Per Ray)。
51	NSC 每条光线最大段数。请参阅[每条光线最大段数](Maximum Segments Per

	Ray)。
52	NSC 最大嵌套/接触物体数目。请参阅[最大嵌套/接触物体数目](Maximum Nested/Touching Objects)。
53	NSC 光线追迹相对阈值强度。请参阅[最小相对阈值强度](Minimum Relative Ray Intensity)。
54	NSC 光线追迹绝对阈值强度：请参阅[最小绝对阈值强度](Minimum Absolute Ray Intensity)。
55	NSC 系统单位下的胶合距离。请参阅[系统单位下的胶合距离](Glue Distance In Lens Units)。
56	NSC 系统单位下的截止光线长度。请参阅[系统单位下的截止光线长度](Missed Ray Draw Distance)。
57	NSC 文件打开时重新追迹光线。用 0 表示否，1 表示是。请参阅[文件打开时重新追迹光线](Retrace Source Rays Upon File Open)。
58	NSC 光线文件在内存中的最大光线数目，请参阅[光线文件在内存中的最大光线数目](Maximum Source File Rays In Memory)。
59	简单光线分裂。用 0 表示否，1 表示是。请参阅[简单光线分裂](Simple Ray Splitting)。
60	偏振 Jx。请参阅 Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase。
61	偏振 Jy。请参阅 Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase。
62	偏振 X 相位。请参阅 Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase。
63	偏振 Y 相位。请参阅 Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase。
64	将膜层相位转换为等效几何光线。用 0 表示否，1 表示是。请参阅[将膜层相位转换为等效几何光线](Convert thin film phase to ray equivalent)。
65	无偏振。用 0 表示否，1 表示是。请参阅[无偏振](Unpolarized)。

66	偏振参考方式。用 0 表示 X 参考轴，1 表示 Y 参考轴，2 表示 Z 参考 轴。请参阅[偏振参考方式](Method)。
70	光线瞄准。用 0 表示关闭，1 表示近轴，2 表示实际。请参阅[光线瞄准](Ray Aiming)。
71、72、73	光线瞄准光瞳漂移 x、y 和 z。请参阅[光瞳漂移，光瞳压缩](Pupil Shift, Pupil Compress)。
74	使用光线瞄准缓存。用 0 表示否，1 表示是。请参阅[使用光线瞄准缓存](Use Ray Aiming Cache)。
75	增强型光线瞄准。用 0 表示否，1 表示是。请参阅[增强型光线瞄准(慢)](Robust Ray Aiming (slow))。
76	以视场缩放光瞳漂移，用 0 表示否，1 表示是。请参阅[光瞳漂移，光瞳压缩](Pupil Shift, Pupil Compress)。
77、78	光线瞄准光瞳压缩 x, y。请参阅[光瞳漂移，光瞳压缩](Pupil Shift, Pupil Compress)。
100	视场类型代码。请参阅[视场](Fields)。
101	视场数目。
102、103	视场编号为 value1，value2 是视场 x,y 坐标
104	视场编号为 value1，value2 是视场权重
105、106	视场编号为 value1，value2 是视场渐晕 x 偏心、 y 偏心
107、108	视场编号为 value1，value2 是视场渐晕压缩 x，压缩 y
109	视场编号为 value1，value2 是视场渐晕角
110	视场归一化方式，value1 为 0 表示径向，为 1 表示矩形

200	主波长编号。请参阅 wavelength。
201	波长数目
202	波长编号为 value1，value2 是以微米为单位的波长。
203	波长编号为 value1，value2 是波长权重
901	在多线程计算（比如优化）中使用的 CPU 数量。如果传递的值为 0，则 CPU 数量将重置为默认值。使用函数 SYPR 测试此值时，将返回操作系统中可用 CPU 的总数。

通常，只有在执行了关键字 UPDATE 之后，系统属性的更改才会生效。

示例：

```
!Set the number of wavelengths to 3
SETSYSTEMPROPERTY 201, 3
!Set the number of fields to 4
SYSP 101, 4
```

相关函数：

SYPR

相关关键字：

SETSURFACEPROPERTY, UPDATE

SETTEXTSIZE

更改 GTEXT 命令绘制的字符大小。

语法：

```
SETTEXTSIZE xsize, ysize
```

详述：

变量值表示每个字符占图形窗口的比例。例如，默认文本大小为 70 40。这意味着，每个字符是图形窗口宽度的 1/70 ，是图形窗口高度的 1/40。变量 0 可将文本大小恢复为默认值。

示例：

```
!Make text twice default size
SETTEXTSIZE 35, 20
!Restore text size to default
SETTEXTSIZE
```

SETTITLE

该命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

SETTOL(keywords)

设置公差数据编辑器中任何公差操作数对应不同参数列的数据。

语法：

```
SETTOL row, column, data
```

详述：

row 的值必须是大于 0 且小于或等于当前公差操作数数量的整数表达式。若要设置操作数类型，请将 column 设为 0。data 是包含操作数名称的文字字符串或字符串变量，如“TTHI”。若要设置某操作数类型使用的整数值 1、2 或 3，请使用 column 编号 1、2 或 3。若要设置最小或最大公差值，请分别使用 column 编号 4 或 5。若要设置[在反向公差分析时不调整](Ignore this Operand During Tolerancing)复选框，请使用 column 编号 6，data1 表示勾选，0 表示未勾选。若要设置注释，请使用 column 编号 99，data 是包含注释的文字字符串或字符串变量。公差操作数的当前值不能通过 SETTOL 来设置。

另请参阅 INSERTTOL 和 DELETETOL。

示例：

```
SETTOL 16, 0, “TRAD”
```

相关函数：

TOLV、$TOLOPERAND、$TOLCOMMENT

SETUNITS

该命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

SETVAR

修改优化变量的状态。

语法：

```
SETVAR surf, code, status, object
或
SETVAR config, M, status, operand
```

详述：

surf 必须是计算结果为 0 到最大表面数量之间的整数。config 必须是计算结果为 1 到多重结构数量之间的整数。code 必须是下列字符串之一：

```
R 表示曲率半径
T 表示厚度
C 表示圆锥系数
G 表示玻璃
I 表示玻璃折射率
J 表示玻璃阿贝数
K 表示玻璃 dpgf
Pn 表示参数 n
D 表示热膨胀系数
En 表示附加数据值 n
M 表示多重结构数据，请参阅以下详述
Nn 表示非序列元件位置数据，1 到 6 分别表示 x、y、z、tx、ty、tz
On 表示非序列元件参数数据，其中 n 是参数编号
```

如果 status 计算结果为 0，则表示删除变量状态。否则表示将对应值设为变量。如果 code 是 Nn 或 On，则必须提供物体编号；否则将忽略此参数。如果 code 为 M，则表示设置多重结构编辑器中的值为变量，operand 表示操作数编号。

示例：

```
SETVAR j+3, R, 1
SETVAR 5, P6, 0
SETVAR surfk+2, E06, status
SETVAR config, M, status, operand
SETVAR 1, O32, 1, 5
```

SETVECSIZE

更改 VEC1、VEC2、VEC3 和 VEC4 数组最大尺寸。

语法：

```
SETVECSIZE n
```

详述：

表达式必须是计算结果为 1 到 18000000 之间的整数变量。所有四个矢量变量的尺寸大小始终相同。在调整尺寸大小期间，所有矢量数据都会丢失。矢量的初始大小为 1000。

SETVIG(keywords)

设置镜头的渐晕因子。

语法：

```
SETVIG
```

详述：

有关渐晕因子的描述，请参阅[渐晕因子](Vignetting factors)。

SHOWBITMAP

在查看器窗口中显示 BMP、JPG 或 PNG 文件。

语法：

```
SHOWBITMAP filename
```

详述：

此关键字需要指定 BMP、JPG 或 PNG 文件的名称。必须包括扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。文件必须位于 <data>\<images> 文件夹中。该命令将打开新的窗口来显示文件。

示例：

```
SHOWBITMAP "BARCHART.BMP"
```

SHOWFILE

使用 OpticStudio 文件查看器在屏幕上显示一个文本文件。

语法：

```
SHOWFILE filename, saveflag
```

详述：

filename 必须为有效的文件名。文件必须为文本文件（如在 ZPL 中通过 OUTPUT 和 PRINT 命令创建的文本），且必须在当前文件夹中。一旦显示了文本文件，便可以像其他文件文件一样，上下滚动数据或者打印。使用 OUTPUT 和 SHOWFILE（而非 PRINT 命令）的主要优势是能够滚动和打印数据。即使没有执行任何 CLOSE 命令， SHOWFILE 也会关闭文件。如果 saveflag 为 0 或者省略，则在关闭窗口时同时删除文件。如果 saveflag 是非 0 值，那么在窗口关闭后文件依然存在。

示例：

```
OUTPUT "test.txt"
PRINT "Print this to a file."
SHOWFILE "test.txt"
```

相关关键字：

OPEN、OUTPUT、CLOSE、PRINT、PRINTFILE

SOLVEBEFORESTOP

使 ZPL 求解能够设置在光阑面之前的表面上。

语法：

```
SOLVEBEFORESTOP
```

详述：

此关键字仅用于 ZPL 宏求解。必须将其放置在宏的第一行，以防止 OpticStudio 出现错误信息。使用此关键字意味着用户了解此类求解在什么情况下有效，在什么情况下无效。

在光阑面之前放置的任何求解都不能基于光纤数据。例如，不能使用关键字 RAYTRACE 及其返回的数据。OpticStudio 不会执行任何检查来确保有无基于光纤数据。如果宏确实包含基于光线的数据，则宏求解可能计算出错误数值。

请参阅[使用 ZPL 宏求解](Using ZPL Macro solves)。

SOLVERETURN

在调用求解的编辑器中返回计算的求解值。

语法：

```
SOLVERETURN x
```

详述：

此关键字仅用于 ZPL 宏求解。宏计算单个值，并通过使用此关键字调用求解，且在编辑器中返回计算出的值。如果存在多个 SOLVERETURN 关键字，则仅考虑最后调一个 SOLVERETURN，之前的调用都会忽略。

如果在宏中发生错误或出现无效条件，且无法计算求解值，则宏直接返回而不调用 SOLVERETURN。

若没有调用 SOLVERETURN 则表明无法计算求解，且在光学系统中有错误条件。这在优化过程中尤为重要。

请参阅“使用 ZPL 宏求解”。

SOLVETYPE

更改指定表面上的求解状态和数值。仅支持部分求解类型；有关设置其它类型求解的信息，请联系 OpticStudio 技术支持。

语法：

```
SOLVETYPE surf, CODE, arg1, arg2, arg3, arg4
```

详述：

surf 必须是计算结果为 0 到表面最大数量之间的整数变量。code 必须是下表中列出的助记符。表达式 arg1 到 arg4 是计算结果为“SOLVES”中指定的第 1 到 第 4 个求解参数。注意，对于跨列跟随求解，列编号在[列编号的整数代码](Integer codes for column numbers)中定义。对于非序列跟随求解，变量是 NSC 求解对话框中[求解类型](Solve Type)后面的第一到第四行。某些代码不需要指定所有变量，可以省略部分变量。

关键字 SOLVETYPE 的代码

求解类型	代码
曲率：固定（关闭求解）	CF
曲率：变量	CV
曲率：边缘光线	CM
曲率：主光线	CC
曲率：跟随	CP
曲率：边缘光线法线	CN
曲率：主光线法线	CO
曲率：等光程	CA
曲率：元件光焦度	CE
曲率：同轴面	CQ
曲率：同曲率中心	CR
曲率：F/#	CG
曲率：ZPL 宏	CZ
厚度：固定（关闭求解）	TF
厚度：变量	TV
厚度：边缘光线高度	TM

厚度：主光线高度	TC
厚度：边缘厚度	TE
厚度：跟随	TP
厚度：光程差	TO
厚度：位置	TL
厚度：补偿器	TX
厚度：曲率中心	TY
厚度：光瞳位置	TU
厚度：ZPL 宏	TZ
玻璃：固定（关闭求解）	GF
玻璃：模型	GM
玻璃：跟随	GP
玻璃：替代	GS
玻璃：偏移	GO
半口径：自动	SA
半口径：用户自定义	SU
半口径：跟随	SP
半口径：最大	SM
半口径：ZPL 宏	SZ
圆锥系数：固定（关闭求解）	KF
圆锥系数：跟随	KP

圆锥系数：ZPL 宏	KZ
参数：固定（关闭求解）。将 “p”替换为代码中的参数编号，例如 PF_3 将关闭对参数 3 的求解。	PF_p
参数：跟随。将 “p”替换为代码中的参数编号，例如 PF_4 将设置对参数 4 的求解。	PP_p
参数：主光线。将 “p”替换为代码中的参数编号，例如 PC_1 将设置对参数 1 的求解。	PC_p
参数：ZPL 宏。将 “p”替换为代码中的参数编号，例如 PZ_1 将设置对参数 1 的求解。	PZ_p
热膨胀系数：固定（关闭求解）	HF
热膨胀系数：跟随	HP
附加数据值：固定（关闭求解）。将 “e”替换为代码中的附加数据编号，例如 EF_3 将关闭对附加数据值 3 的求解。	EF_e
附加数据值：跟随。将 “e”替换为代码中的附加数据编号，例如 EP_4 将设置对附加数据值 4 的求解。	EP_e
附加数据值：ZPL 宏。将 “e”替换为代码中的附加数据编号，例如 EZ_4 将设置对附加数据值 4 的求解。	EZ_e
非序列元件跟随 X、Y、Z、X 倾斜、Y 倾斜、Z 倾斜、材料。将 “o”替换为代码中的物体编号，例如 NSC_PX_14 将设置对物体 14 的跟随求解。NSC_PMAT_o 与 NSC_MATP_o 相同。	NSC_PX_o、NSC_PY_o、NSC_PZ_o、NSC_PTX_o、NSC_PTY_o、NSC_PTZ_o、NSC_PMAT_o（参阅左侧）
非序列元件材料为固定、模型玻璃、跟随或	NSC_MATF_o、NSC_MATM_o、

偏移。将 “o”替换为代码中的物体编号，例如 NSC_MATM_11 将物体 11 上的材料设置为模型玻璃。NSC_MATP_o 与 NSC_PMAT_o 相同。	NSC_MATP_o、NSC_MOFF_o （参阅左侧）
非序列元件 ZPL 宏对 X、Y、Z、X 倾斜、Y 倾斜和 Z 倾斜求解。将 “o”替换为代码中的物体编号，例如 NSC_ZX_14 将设置对物体 14 的宏求解。	NSC_ZX_o、NSC_ZY_o、NSC_ZZ_o、NSC_ZTX_o、NSC_ZTY_o、NSC_ZTZ_o （参阅左侧）
非序列元件参数跟随。将 “o”替换为物体编号，将“p”替换为代码中的参数编号，例如 NSC_PP_11_7 将设置对物体 14、参数 7 的跟随求解。	NSC_PP_o_p （参阅左侧）
非序列元件 ZPL 宏求解。将 “o”替换为物体编号，将“p”替换为代码中的参数编号，例如 NSC_ZP_11_7 将设置对物体 14、参数 7 的宏求解。	NSC_ZP_o_p （参阅左侧）

示例：

```
!The following line will add a glass pickup solve
! on surface 7, picking up from surface 5:
SOLVETYPE 7, GP, 5
!Add a thickness pickup with a scale factor of -1:
SOLVETYPE 7, TP, 5, -1

!Set a pickup solve on surface 1, NSC object 12 Z position,
! pick up from object 11, with a scale factor of 2, offset 3,
! from the parameter 7 column.Note the column number is argument 4.
!The column number is 0 for the same column, 1-6 for x, y, z, tilt x, tilt y, tilt z,
! respectively.The column number for the parameter columns
! is 6 + the desired parameter number.
!In summary, the syntax is:
!SOLVETYPE, surf, code, object, scale, offset, column
! where code has the object/parameter number embedded as shown in the table above.
!The syntax for this example is:
SOLVETYPE 1, NSC_PZ_12, 11, 2, 3, 13
```

相关函数：

SOLV

STOPSURF

STOPSURF 通过设置编号重新定义光阑面的位置。

语法：

```
STOPSURF surf
```

详述：

在新数据生效之前必须执行 UPDATE 命令。

示例：

```
STOPSURF n+2
```

相关关键字：

UPDATE

SUB

请参阅 GOSUB。

SURFTYPE

该命令已被废弃。请参阅 SETSURFACEPROPERTY、SURP。

SUSPENDUPDATES

SUSPENDUPDATES 与 RESUMEUPDATES 配合使用。在暂停时，阻止任何 UI 编辑器窗口被 ZPL 命令更新。在执行系统非常多的更新时（比如插入成百上千个评价函数行），此命令可极大提高宏执行速度。暂停和恢复调用的次数都会被统计，只要 RESUMEUPDATES 的次数不同于 SUSPENDUPDATES 的次数，便不会执行任何系统更新，否则宏完成执行。

注意，内部镜头状态仍然会进行更改，只是用户界面不会反映更改。

此外，当调用 RESUMEUDPATES 时，UI 不会自动更新；若要更新 UI，请使用 UPDATE EDITORS 命令。

示例：

```
SUSPENDUPDATES
n = 5
```

```
FOR i = 1, n, 1
       INSERTMFO i
       SETOPERAND i, 1, ONUM("OPDX")
       SETOPERAND i, 6, (i/n)
       SETOPERAND i, 8, 0
       SETOPERAND i, 9, 1
NEXT
RESUMEUPDATES
UPDATE EDITORS
```

TELECENTRIC

该命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

TESTPLATEFIT

TESTPLATEFIT 可调用样板匹配程序。参阅[样板匹配](Test Plate Fitting)。

语法：

```
TESTPLATEFIT tpd_file, log_file, method, number_cycles
```

详述：

此关键字需要提供样板数据文件的字符串表达式以及输出日志文件的文件名。method 是介于 0 到 4（包含首尾值）之间的整数，分别表示尝试所有方法、最佳到最劣、最劣到最佳、长到短以及短到长。整数 number_of_cycles 为 0 表示自动，否则表示要执行的优化迭代次数。请注意，tpd_file 名称不能包含路径，因为所有样板文件都在固定文件夹中，但对于日志文件，则应该包含路径。

此关键字可能需要很长时间来执行。建议在完成拟合后显示日志文件，或者使用其它方法来表明拟合已完成。

示例：

```
TESTPLATEFIT "optico.tpd", "c:\temp\logfile.dat", 0, 0
SHOWFILE "c:\temp\logfile.dat"
```

THIC

该命令已被废弃。请参阅“SETSURFACEPROPERTY、SURP”。

TIMER

重置内部时钟。此功能与 ZPL 函数 ETIM() 配合使用，来计算从上一次 TIMER 命令以来所经历的时间。

语法：

```
TIMER
```

详述：

TIMER 和 ETIM() 主要用于测试 ZPL 编译器和各种程序结构的执行效率。

示例：

```
i = 0
TIMER
LABEL 1
x = RAND(1000)
i = i+1
if i < 10000 THEN GOTO 1
FORMAT .1
PRINT "Elapsed time:", ETIM(), "Seconds"
```

TOLERANCE

运行公差分析，并将公差报告保存到一个文本文件中。

语法：

```
TOLERANCE top_file_name, out_file_name
```

详述：

TOLERANCE 根据 top_file_name 定义的公差选项文件中的设置，对当前镜头执行公差分析。此文件名必须以扩展名 TOP 结尾，并且必须存储于 <data>\Configs 文件夹中（参阅[文件夹](Folders)）。通过在公差对话框中保存公差选项来创建 TOP 文件，请参阅[其它按钮](Other buttons)。outfilename 将是一个文本文件（可以使用任何扩展名），并且文件将与当前镜头文件存储于同一个文件夹中。top_file_name 和 out_file_name 都不能指定路径。

示例：

TOLERANCE example.TOP, output.txt

UNLOCKWINDOW

解锁任何一个或者所有锁定的窗口。

语法：

```
UNLOCKWINDOW winnum
```

详述：

请参阅[图形窗口操作](Graphic windows operations)。如果 winnum 为 0，则将解锁所有已打开的窗口。如果变量 winnum 为 -1，则在宏执行结束后将解锁当前执行的窗口。

示例：

```
UNLOCKWINDOW 2
```

相关关键字：

LOCKWINDOW

UPDATE

更新光瞳位置、折射率数据、近轴常量、净半口径或半口径、最大视场归一化值、求解、非序列物体以及序列和非序列光线追迹所需要的其它数据。如果在上次更新之后又更改了系统数据（比如表面类型、曲率半径、厚度、系统孔径、波长、非序列物体类型或参数），则在追迹或评估系统之前，必须使用关键字 UPDATE。

如果 UPDATE 命令后跟 “ALL”，则还会更新所有打开的窗口（ZPL 宏窗口除外）。如果 UPDATE 命令后跟一个计算结果为整数的表达式，则更新整数指定的窗口，但前提是此窗口不是当前正在执行的宏窗口。如果 UPDATE 后跟 EDITORS，则会更新任何已打开的电子表格编辑器，以显示镜头数据的最新更改。如果 UPDATE 后跟 MACROS，则会更新除当前调用宏窗口之外的其他已打开 ZPL 宏窗口。

语法：

```
UPDATE
UPDATE ALL
UPDATE n
UPDATE EDITORS
UPDATE MACROS
```

VEC1、VEC2、VEC3、VEC4

这些关键字用于设置变量 VEC1、VEC2、VEC3 和 VEC4。每个矢量可以存储一个双精度浮点数的数组。

语法：

```
VEC1 subscript, value
VEC2 subscript, value
VEC3 subscript, value
VEC4 subscript, value
```

详述：

VEC1-4 用于存储数组中的数据。subscript 的值可以是任何表达式，计算时对其进行向下取整。生成的整数必须介于 0 到当前最大矢量大小之间，初始矢量大小为 1000。ZPL 函数 VEC1-4 可用于提取数据。若要更改数组大小，请使用关键字 SETVECSIZE。

示例：

```
i = 0
LABEL 1
i = i + 1
VEC1 i, i
IF i < 10 THEN GOTO 1
j = 0
LABEL 2
j = j + 1
VEC2 j, VEC1(j) * VEC1(j)
IF j < 10 THEN GOTO 2
i = 0
LABEL 3
i = i + 1
PRINT "x = ", VEC1(i), " x*x = ", VEC2(i)
IF i < 10 THEN GOTO 3
PRINT
PRINT "All done!"
```

WAVL、WWGT

这些命令已被废弃。请参阅“SETSYSTEMPROPERTY、SYSP”。

XDIFFIA

计算[扩展衍射图像分析](Extended Diffraction Image Analysis)功能，并将结果保存到一个 ZBF 文件中。有关 ZBF（[Zemax 光束文件](Zemax Beam File)）格式的说明，请参阅[Zemax 光束文件 (ZBF) 二进制格式](Zemax Beam File (ZBF) binary format)。有关扩展衍射图像分析功能的描述，请参阅 [扩展衍射图像分析](Extended Diffraction Image Analysis)。

语法：

```
XDIFFIA outfilename, infilename
```

详述：

此关键字需指定输出 ZBF 文件的名称以及可选择性输入 IMA 或 BIM 文件的名称。如果未提供 outfilename 的扩展名，则将默认扩展名为 ZBF。必须在 infilename 中提供扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。outfilename 会存储于<pop> 文件夹中，infilename 必须存放在<data>\<images> 文件夹中。文件名中不能包含路径。

扩展衍射图像分析功能的设置是之前为当前镜头保存的设置。要修改这些设置，请打开[扩展衍射图像分析](Extended Diffraction Image Analysis)窗口并选择适当的设置，然后点击 [保存](Save)。 XDIFFIA 的所有后续调用都将使用已保存的设置。输出文件名和输入源文件例外，输出文件名为 XDIFFIA 关键字之后的第一个变量，输入源文件为 IMA 关键字之后的第二个可选变量。

示例：

```
XDIFFIA "output will be in this file.ZBF", "SOMEIMAFILE.IMA"
```

相关函数：

ZBFCLR、ZBFSHOW、ZBFSUM、ZBFMULT

ZBF2MAT

将 ZBF 文件转换为 Matlab MAT 文件。

语法：

```
ZBF2MAT zbffilename, matfilename, surfacerange, integer1, integer2
```

详述：

ZBF2MAT 的前两个变量是字符串，分别提供要转换的 ZBF 文件全名和要创建的 MAT 文件全名，包括路径和扩展名。surfacerange 是一个整数标记，指定要转换个别表面上的 ZBF 文件，或者指定表面范围内的一系列 ZBF 文件。如果 surfacerange 设置为 0，则可以忽略变量 integer1 和 integer2。如果 surfacerange 不为 0，则 integer1 是要转换的起始面，integer2 是要转换的终止面。需注意，ZBF 文件名有一些限制，参阅[MAT 文件生成器](MAT File Generator)。

ZBFCLR

清除 ZBF 文件中的复振幅数据。

语法：

```
ZBFCLR filename
```

详述：

此关键字只需要提供 ZBF 文件名。

所有 ZBF 相关关键字的通用说明：

有关 ZBF（Zemax 光束文件）格式的说明，请参阅［Zemax 光束文件 (ZBF) 二进制格式](Zemax Beam

File (ZBF) binary format)。 OpticStudio 要求文件的扩展名为 ZBF，并且会根据需要来添加或替换扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。文件必须存储于<pop>文件夹中，所有 ZBF 输出文件都会存储于此 文件夹中。

示例：

```
ZBFCLR "some beam file name.ZBF"
ZBFCLR N$
```

ZBFMULT

将 ZBF 文件中的复振幅数据乘以一个复数因子。

语法：

```
ZBFMULT filename, Ax, Bx, Ay, By
```

详述：

此关键字需要提供 ZBF 文件的名称，以及复数的实部 (A) 和虚部 (B)乘以 ZBF 文件中的每个点。对于 x 和 y 偏振光方向，有单独的 A 和 B。所得的数据将重新写入到相同的文件名中。

关于所有 ZBF 关键字的注解说明，请参阅[用途](Purpose)。

示例：

```
ZBFMULT "some beam file name.ZBF", 0.0, 1.0, 0.0, -1.0
```

ZBFPROPERTIES

打开指定的 ZBF 文件，并将各种光束数据存储 在某个矢量变量中。

语法：

```
ZBFPROPERTIES filename, vector
```

详述：

此关键字需要提供 ZBF 文件的名称，以及用于放置数据的矢量编号。vector 的值必须是 1 到 4 之间。在执行 ZBFPROPERTIES 函数后，以下光束数据会放置在指定的矢量中：nx、ny、dx、dy、waist_x、waist_y、position_x、position_y、rayleigh_x、rayleigh_y、波长（以镜头单位表示）、总功率、峰值照度（单位面积的能量）、is_polarized 标记（0 表示否，1 表示是）、介质折射率；光束数据分别存储于矢量位置 1 到 15。

关于所有 ZBF 关键字的注解说明，请参阅[用途](Purpose)。

示例：

```
ZBFPROPERTIES "TEST.ZBF", 1
rayleighx = VEC1(9)
```

ZBFREAD

打开指定的 ZBF 文件，并将电场和光束属性数据放置在两个用户自定义的数组变量中。

语法：

```
ZBFREAD filename, beamname, propertyname
```

详述：

此关键字需要提供 ZBF 文件名，和之前调用 DECLARE 所定义的两个数组名称。beamname 必须是一个三维数组，非偏振光束的最小尺寸为(nx, ny, 2)，偏振光束的最小尺寸为 (nx, ny, 4)。propertyname 数组必须是最小尺寸为 14 的一维数组。在执行 ZBFREAD 函数后，以下光束数据存储在指定 propertyname 数组中：nx、ny、dx、dy、waist_x、waist_y、position_x、position_y、rayleigh_x、rayleigh_y、波长（以镜头单位表示）、总功率、峰值照度（单位面积的能量）、is_polarized 标记（0 表示否，1 表示是）、介质折射率；光束数据分别存储于矢量位置 1 到 15。电场数据将存储于 beamname 数组中。beamname 数组的第三维为 1 表示 Ex 实部， 2 表示 Ex 虚部，如果光束偏振， 3 表示 Ey 实部， 4 表示 Ey 虚部。

关于所有 ZBF 关键字的注解说明，请参阅[用途](Purpose)。另请参阅 ZBFWRITE。

示例：

```
!First get the beam size
ZBFPROPERTIES "TEST1.ZBF", 1
nx = vec1(1)
ny = vec1(2)
ip = vec1(14) !The "is polarized" flag

!Allocate enough memory to hold the beam
IF (ip == 0) THEN DECLARE B, DOUBLE, 3, nx, ny, 2
IF (ip == 1) THEN DECLARE B, DOUBLE, 3, nx, ny, 4
DECLARE P, DOUBLE, 1, 20
ZBFREAD "test1.zbf", B, P

FOR j, 1, ny, 1
      FOR i, 1, nx, 1
            FORMAT 4.0
            PRINT i, j,
            FORMAT 12.6
            IF (ip == 1)
            PRINT B(i, j, 1),
            PRINT B(i, j, 2),
            PRINT B(i, j, 3),
            PRINT B(i, j, 4)
            ELSE
            PRINT B(i, j, 1),
            PRINT B(i, j, 2)
            ENDIF
      NEXT
NEXT
```

```
! save the beam
ZBFWRITE "TEST2.ZBF", B, P

! release the allocated memory
RELEASE B
RELEASE P
```

ZBFRESAMPLE

按照新的宽度和点间距，重新采样 ZBF 文件。

语法：

```
ZBFRESAMPLE filename, nx, ny, wx, wy, decenterx, decentery
```

详述：

此关键需要提供 ZBF 文件的名称和六个数字。光束将按要求重新采样并插值，以创建一个在 x 和 y 方向分别有 nx 和 ny 个点的光束文件，总宽度为 wx 和 wy。nx 和 ny 值必须是 2 的幂，比如 32、64、128 等等。可选择性提供 decenterx 和 decentery 值，用于将光束偏心。如果 nx 或 ny 为 0，则不会对现有光束采样进行任何更改。如果 wx 或 wy 为 0，则不会对现有光束宽度进行任何更改。ZBF 文件中的长度单位自动转换为当前镜头单位。所得的数据将重新写入到相同的文件名中。

示例：

```
ZBFRESAMPLE "TEST.ZBF", 128, 128, 25.4, 25.4, 0, 0.4
```

ZBFSHOW

在查看器窗口中显示 ZBF 文件。

语法：

```
ZBFSHOW filename
```

详述：

此关键字仅需要提供 ZBF 文件名。此命令将打开一个新窗口来显示光束文件。

示例：

```
ZBFSHOW "new beam data.ZBF"
ZBFSHOW N$
```

ZBFSUM

对两个 ZBF 文件中的数据进行相干或非相干求和，并将生成的数据存储于第三个 ZBF 文件中。

语法：

```
ZBFSUM coherent, filename1, filename2, outfilename
```

详述：

此关键字需要提供一个整数，来表示求和为相干或者非相干，0 以外的任何值表示相干，0 表示非相干。若执行了非相干求和，则输出数据只有实数。如果两个源文件在在 x 和 y 方向的点数量、点间距和参考半径不同，那么列出的第二个源文件会进行缩放、插值或者调整参考半径，以匹配第一个源文件。ZBF 文件中的长度单位自动转换为当前镜头单位。outfilename 可以与其中一个源文件名称相同，在此情况下，将覆盖原始文件。

示例：

```
ZBFSUM 1, "a.ZBF", "b.zbf", "coherent a plus b.zbf"
ZBFSUM 0, "a.ZBF", "b.zbf", "incoherent a plus b.zbf"
ZBFSUM 0, A$, B$, C$
```

ZBFTILT

将 ZBF 文件中的数据乘以一个复数相位因子，以在光束中引入相位倾斜。

语法：

```
ZBFTILT filename, cx, cy, tx, ty
```

详述：

此关键需要提供 ZBF 文件的名称和四个数字。光束的相位将按照 $\theta = (x - cx)tx + (y - cy)ty$ 提供的相位角度进行修改。cx 和 cy 值是相位倾斜的中心，tx 和 ty 是倾斜的斜率(弧度每镜头单位长度)。X 和 y 指的是光束文件中的位置，中心坐标（x = 0，y = 0）位于点 (nx/2 + 1, ny/2 + 1)，其中 nx 和 ny 是 x 和 y 方向的点数。ZBF 文件中的长度单位自动转换为当前镜头单位。所得的数据将重新写入到相同的文件名中。

示例：

```
ZBFTILT "TEST.ZBF", 0.0, 0.0, 0.0, 0.01237
```

ZBFWRITE

将电场和光束属性数据数组写入到 一个 ZBF 文件中。

语法：

```
ZBFWRITE filename, beamname, propertyname
```

详述：

此关键字需要提供 ZBF 文件名，和之前调用 DECLARE 所定义的两个数组名称。beamname 必须是一个三维数组，非偏振光束的最小尺寸为(nx, ny, 2)，偏振光束的最小尺寸为 (nx, ny, 4)。propertyname 数组必须是最小尺寸为 14 的一维数组。在执行 ZBFREAD 函数后，以下光束数据存储在指定 propertyname 数组中：nx、ny、dx、dy、waist_x、waist_y、position_x、position_y、rayleigh_x、rayleigh_y、波长（以镜头单位表示）、总功率、峰值照度（单位面积的能量）、is_polarized 标记（0 表示否，1 表示是）、介质折射率；光束数据分别存储于矢量位置 1 到 15。电场数据将存储于 beamname 数组中。beamname 数组的第三维为 1 表示 Ex 实部， 2 表示 Ex 虚部，如果光束偏振， 3 表示 Ey 实部， 4 表示 Ey 虚部。

另请参阅 ZBFREAD。

ZRD2MAT

将 ZRD 文件转换为 Matlab MAT 文件。

语法：

```
ZRD2MAT zrdfilename, matfilename, savesegment, integer1, integer2
```

详述：

ZRD2MAT 的前两个变量是字符串，分别提供要转换的 ZBF 文件全名和要创建的 MAT 文件全名，包括路径和扩展名。savesegment 是一个整数标记，指定要转换 ZRD 文件中的单个光线，或者一系列光线。如果 savesegment 设置为 0，integer1 表示要进行的转换的第一束光线编号，integer2 表示最后一束光线的编号。如果 savesegment 不为 0，则仅转换一段光线；此种情况下，integer1 是光线编号，integer2 是光线段编号。

ZRDAPPEND

将一个 ZRD 文件中的数据附加到另一个文件的末尾，第一个文件保持不变。只有在同一系统中追迹两个 ZRD 文件时此命令才有效，这样不会修改物体编号或者坐标。

语法：

```
ZRDAPPEND infilename, outfilename
```

详述：

此关键字需要提供两个 ZRD 文件的名称。有关 ZRD 文件格式的信息，请参阅“[光线数据库 (ZRD) 文件](Ray database (ZRD) files)”。可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名。文件名必须包含完整

路径名。建议文件名使用 ZRD 扩展名。输入和输出文件名不能相同，且必须使用相同的 ZRD 格式。另请参阅 ZRDSUM。

示例：

```
ZRDAPPEND "C:\TEMP\CART.ZRD", "C:\TEMP\HORSE.ZRD"
```

ZRDFILTER

打开 ZRD 光线数据库文件，应用过滤，并将过滤后的光线子集保存到一个新的 ZRD 文件中。

语法：

```
ZRDFILTER infilename, outfilename, filterstring
```

详述：

此关键字需要提供输入 ZRD 文件名称、过滤后的输出 ZRD 文件名称以及过滤字符串。有关 ZRD 文件格式的信息，请参阅“[光线数据库 (ZRD) 文件](Raydatabase (ZRD) files”。有关过滤字符串格式的信息，请参阅“[过滤字符串](The filter string) ”，可以通过文本字符串或者字符串变量定义每个文件名和过滤字符串。文件名必须包含完整路径名。建议文件名使用 ZRD 扩展名。输入和输出文件名不能相同。

示例：

```
ZRDFILTER "C:\TEMP\TEST1.ZRD", "C:\TEMP\TEST1_H4.ZRD", "H4"
```

ZRDPLAYBACK

读取 一个 ZRD 文件，并将光线振幅数据添加到一个或所有探测器中。只有在通过当前加载的系统生成 ZRD 文件时才可使用此命令，这样不会修改物体编号或者坐标。

语法：

```
ZRDPLAYBACK zrdfilename, surface, detector, clear, filterstring
```

详述：

此关键字需要提供 ZRD 文件名称。有关 ZRD 文件格式的信息，请参阅“[光线数据库 (ZRD) 文件](Raydatabase (ZRD) files”。可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名。文件名不能包含路径，并且文件必须与当前镜头文件在同一个文件夹中。在混合序列/非序列模式下，变量“surface” 表示非序列组件的表面编号，在非序列模式下，变量 “surface”设为 1。整数“detector” 表示指定探测器的物体编号，为 0 表示所有探测器。如果 “clear ”设置为非 0 值，则在添加光线振幅数据之前清除指定探测器。可选的 “filterstring” 在添加光线振幅数据之前应用于光线。

示例：

```
ZRDPLAYBACK "MYRAYS.ZRD", 1, 0, 1, "H3 & H5"
```

ZRDSAVERAYS

打开 ZRD 光线数据库文件，应用过滤，并保存过滤子集中与指定物体编号相交的光线。

语法：

```
ZRDSAVERAYS infilename, outfilename, filterstring, object
```

详述：

此关键字需要提供输入 ZRD 文件名称、输出源光线 DAT 文件的名称、过滤字符串以及物体编号。有关 ZRD 文件格式的信息，请参阅“[光线数据库 (ZRD) 文件](Raydatabase (ZRD) files)”。源光线文件在“[光源文件](Source File)”中定义。有关过滤字符串格式的信息，请参阅“[过滤字符串](The filter string) ”。可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名和过滤字符串。文件名必须包含完整路径名。建议输入文件名使用 ZRD 扩展名，输出文件使用 DAT 扩展名。输入和输出文件名不能相同。如果不需要过滤，则变量 “filterstring ”应替换为两个双引号，如下所示：""。

示例：

```
ZRDSAVERAYS "C:\TEMP\TEST1.ZRD", "C:\TEMP\TEST1_H6.DAT", "", 6
ZRDSAVERAYS "C:\TEMP\TEST2.ZRD", "C:\TEMP\TEST2_H5.SDF", "", 5
```

ZRDSUM

合并两个 ZRD 文件。只有在同一系统中追迹两个 ZRD 文件时此命令才有效，这样不会修改物体编号或者坐标。*语法：*

```
ZRDSUM infilename1, infilename2, outfilename
```

详述：

此关键字需要提供两个输入 ZRD 文件的名称和输出 ZRD 文件的名称。请参阅“[光线数据库 (ZRD) 文件](Ray database (ZRD) files)”。可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名。文件名必须包含完整路径。建议文件名使用 ZRD 扩展名。输入和输出文件名不能相同，两个输入文件必须使用相同的 ZRD 格式，输出文件也会使用相同的 ZRD 格式。另请参阅 ZRDAPPEND。

示例：

```
ZRDSUM "C:\TEMP\TEST1.ZRD", "C:\TEMP\TEST2.ZRD", "C:\TEMP\TEST_SUM.ZRD"
```

示例宏 1

以下示例宏将输出每个已定义视场角主光线与像面的交点坐标。

```
nfield = NFLD()
maxfield = MAXF()
n = NSUR()
FOR i, 1, nfield, 1
       hx = FLDX(i)/maxfield
       hy = FLDY(i)/maxfield
       PRINT "Field number ", i
       RAYTRACE hx,hy,0,0,PWAV()
       PRINT "X-field angle : ",FLDX(i)," Y-field angle : ", FLDY(i)
       PRINT "X-chief ray: ",RAYX(n), " Y-chief ray: ", RAYY(n)
       PRINT
NEXT
PRINT "All Done!"
```

宏的第一行调用 NFLD() 函数，此函数返回已定义的视场数量，并将其赋值给变量“numfield”。第二行调用 MAXF()，返回最大径向视场，并将其存储在变量“maxfield”中。通过调用函数 NSUR()，将表面数量存储在变量“n”中。

最后定义 FOR 循环，以 i 作为视场位置的计数器，从 1 开始，循环的最大值为 nfield，增量为 1。定义“hx”和“hy”的两行语法中使用了函数 FLDX() 和 FLDY()，分别返回当前视场位置编号“i”的 x- 和 y- 视场值。主光线通过关键字 RAYTRACE 进行追迹。注意，主光线与光瞳的中心相交，所以两个光瞳坐标均为 0。PWAV() 函数返回主波长编号，通常用于主光线。各种 PRINT 命令将像面上的主光线坐标输出到屏幕中。

示例宏 2

以下示例宏将估算当前光学系统的轴向 RMS 光斑半径。通过系统追迹大量随机光线，并记录这些光线与主光线之间的径向偏移。然后应用当前波长权重估算 RMS 光斑半径。

```
PRINT "Primary wavelength is number ",
FORMAT .0
PRINT PWAV(),
FORMAT .4
PRINT " which is ", WAVL(PWAV()), " micrometers."
PRINT "Estimating RMS spot radius for each wavelength."

!How many random rays to trace to make estimate?
n = 100

!Initialize the timer
TIMER
```

```
!Store the number of surfaces for later use
ns = NSUR()

!Start at wavelength 1
weightsum = 0
wwrms = 0
FOR w, 1, NWAV(), 1
       rms = 0
       FOR i, 1, n, 1
            hx = 0
            hy = 0
            angle = 6.283185 * RAND(1)
            !SQRT yields uniform distribution in pupil
            radius = SQRT(RAND(1))
            px = radius * COSI(angle)
            py = radius * SINE(angle)
            RAYTRACE hx, hy, px, py, w
            x = RAYX(ns)
            y = RAYY(ns)
            rms = rms + (x*x) + (y*y)
      NEXT
      rms = SQRT(rms/n)
      wwrms = wwrms + (WWGT (w) * rms)
      weightsum = weightsum + WWGT(w)
      FORMAT .4
      PRINT "RMS spot radius for ", WAVL(w),
      FORMAT .6
      PRINT " is ", rms
NEXT
wwrms = wwrms / weightsum
PRINT "Wavelength weighted rms is ", wwrms
FORMAT .2
t = ETIM()
PRINT "Elapsed time was ",t," seconds."
```

注意在前两条 PRINT 命令中使用了尾部逗号。表示前三个 PRINT 命令输出的数据均在同一行中显示。同一行中的 FORMAT 命令只是更改输出数值的显示方式。“!”字符表示注释，在运行宏时将忽略注释。

[从宏中调用宏](Calling a Macro from within a Macro)

若要从 ZPL 宏中调用另一个 ZPL 宏，请使用关键字 CALLMACRO。使用关键字 CALLSETDBL 和 CALLSETSTR 以及函数 CALD 和 $CALLSTR 在宏之间传递数据。

通常情况下，从“ZPL 宏”对话框中执行的第一个宏是父宏。父宏调用其它宏，并且这些宏称为“子”宏，父宏将创建 51 个数值和 51 个字符串的缓存区。缓存区可用于设置或检索数字和字符串值，这样可以使宏共享数据，或者将某个变量传递到另一个变量。缓存区对于每个父宏及其调

用的任何子宏都是唯一的。如果有多个父宏同时执行（例如，在两个窗口中分别更新不同的宏），则每个父宏都有自己的缓存区，并且不会在父项之间共享数据。

要了解父宏和子宏的工作方式，最简单的方法是通过示例。以下示例将调用两个很简单的宏。对可以调用或嵌套的宏数量没有硬性限制。

父宏和子宏分别命名为 PARENT.ZPL 和 CHILD.ZPL。PARENT.ZPL 宏为：

```
CALLSETDBL 1, 3.5
CALLSETSTR 1, "Hello World"
CALLMACRO CHILD.ZPL
PRINT CALD(1)
```

CHILD.ZPL 宏为：

```
PRINT "Executing child macro"
PRINT CALD(1)
A$ = $CALLSTR(1)
PRINT A$
CALLSETDBL 1, 7.11
```

在执行 PARENT.ZPL 宏时，使用关键字 CALLSETDBL 将 3.5 放在父宏数字缓存区位置 1 处。使用关键字 CALLSETSTR 将字符串“Hello World”放置在父宏字符串缓存区位置 1 处。可使用 0 到 50 来定义任何数字或字符串在缓存区的位置。

PARENT.ZPL 宏随后调用子宏 CHILD.ZPL。子宏将消息“Execut- ing child macro”输出到子宏的显示窗口，但此输出窗口在执行期间不可见。子宏随后使用 CALD(1) 来提取数值缓存区中位置 1 处的数值，并使用 $CALLSTR(1) 来提取字符串缓存区位置 1 处的字符串值，并输出这些值。最后，子宏使用 7.11 覆盖原索引位置 1 处的数值，到此子宏执行结束。

控制会返回到父宏中，将子宏输出窗口的内容复制到父项的输出窗口，并清除子宏输出窗口的内容。最后输出数值缓存区位置 1 处修改后的数值。执行此宏的最终输出结果如下所示：

```
Executing child macro
3.5000
Hello World
7.1100
```

OpticStudio 中的“宏”文件夹中附带有样本宏 PARENT.ZPL 和 CHILD.ZPL。

[使用 ZPL 宏求解](Using ZPL Macro Solves)

ZPL 宏求解可调用用户自定义的 ZPL 来定义求解值。有关示例，请参阅关键字“SOLVEBEFORESTOP”。有关求解的更多信息，请参阅镜头数据编辑器的“[设置菜单](Setup Tab)”的“[求解](Solves)”栏目。

宏求解调用用户自定义的 ZPL 宏来计算求解。任何可在宏中计算的数值都可以返回到调用求解宏的编辑器中。宏可利用编辑器中其他位置的数据，比如之前的表面。一旦计算出数据，可使用关

键字 SOLVERETURN 将数据传递回编辑器。

举一个简单的例子，下面是一个宏，用于计算表面 1 和 2 之间的一阶光焦度，并且返回光焦度作为求解值：

```
n1 = INDX(1)
n2 = INDX(2)
c2 = CURV(2)
SOLVERETURN (n2-n1)*c2
```

上例宏中直接通过表面编号来引用特定表面。这样有一个缺点，如果插入或删除了新表面，则需要修改宏中对应的表面编号。此外，如果宏求解引用固定的表面编号，则某些功能不会正常运行，比如镜面基底绘制。在这种情况下，可使用 ZPL 函数 SURC 在镜头数据编辑器的注释列中查找包含特定文本的表面。假定在镜头数据编辑器中的第一个表面上输入了注释“My Surface”。可以通过以下修订后的宏来计算上述光焦度：

```
A$ = “My Surface”
SURF = SURC(A$)
n1 = INDX(SURF)
n2 = INDX(SURF+1)
c2 = CURV(SURF+1)
SOLVERETURN (n2-n1)*c2
```

也可以使用 ZPL SOSO 数值函数来提取需要的表面或物体编号。

在求解宏中尽可能使用表面注释和 SURC 函数。

[有关 ZPL 宏求解的重要注意事项](Important Considerations for ZPL Macro Solves)

宏求解非常通用，基本上可以使用任何计算来确定求解值。可以使用 ZPL 支持的所有函数和关键字。通过宏菜单执行 ZPL 宏与作为求解执行 ZPL 宏并没有任何区别。但是，某些 ZPL 关键字和函数不能在宏求解中使用。例如，如果从求解中调用“UPDATE”将更新所有求解，这将再次调用宏，从而导致无限循环。如果宏求解中使用了关键字 INPUT，那么每次调用求解都需要用户输入数据，这可能需要操作多次。宏求解中也不能使用在编辑器中设置数值的关键字和创建评价函数的关键字。通常，宏求解应简短、简单，避免冗长计算，并且不能修改任何镜头数据。宏求解不能取决于编辑器中后续求解的数据，这样会产生错误数据。因为如果先调用求解，然后后续求解又修改了源数据，那么前面的宏求解也会出错。OpticStudio 不会自动进行验证求解宏。求解宏功能虽然强大并且灵活，但必须谨慎使用。

只有当宏中的计算不基于任何光线数据时，宏求解才能放置在光阑面之前。有关更多详情，请参阅 ZPL 关键字“SOLVEBEFORESTOP”的描述。

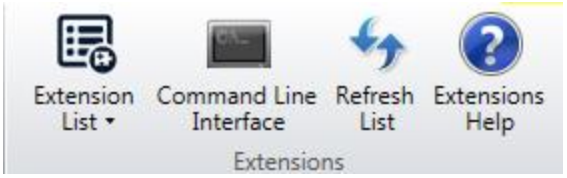
如果在宏中出现错误或无效条件，且无法计算求解值，则宏不会调用 SOLVERETURN。缺少 SOLVERETURN 的调用表明无法计算求解，且在光学系统中出现错误条件。这在优化过程中尤为重要。

[列编号的整数代码](Integer Codes for Column Numbers)

如果要通过 ZPL 宏语言设置跟随求解，则列编号是必需提供的。列编号的定义方式如下：
0：当前列，即求解所放置的列。这是所有跟随求解的默认设置。
1-4：分别表示半径、厚度、圆锥系数和半口径。
5-17：分别表示参数 0 到 12

[扩展组](Extensions Group)

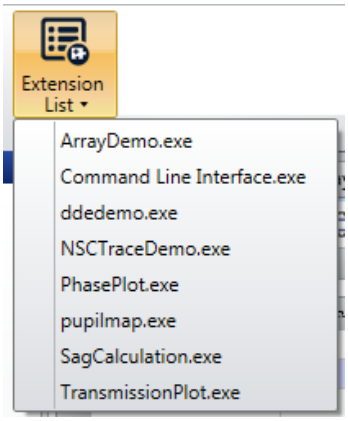
[扩展](Extensions)是[编程菜单](Programming Tab)的子栏目。



有关扩展的更多详情，请参阅[关于扩展编程](About Extensions)。

[扩展程序列表](Extension List)

[扩展程序列表](Extension List)位于[编程菜单](Programming Tab)的[扩展](Extensions)栏目。



此功能显示扩展文件夹中所有 OpticStudio 扩展程序的下拉列表

单击扩展程序名称将执行该扩展程序。

[OpticStudio 包含的扩展](Extensions Included with OpticStudio)

ArrayDemo 创建追迹当前镜头的光线列表。此示例程序包括源代码，并且介绍了阵列光线追迹命令的使用。

DDE_DEMO 创建光线和系统数据的文本列表。此示例包括源代码，并且介绍了 DDE 功能的基本用法。

PhasePlot 创建一个图形，显示[二元 2 表面](Binary 2surfaces)的相位以及相位斜率的倒数。图形显示表面半口径的相位图。

Pupil Map 将入瞳或光线瞄准光阑面的 x-y 网格光线映射到系统中的另一个表面。

SagCalculation 创建非径向对称表面矢高数据的扩展列表。

TransmissionPlot 计算[透射 vs.波长](transmission vs. Wavelength)。

[命令行界面](Command Line Interface)

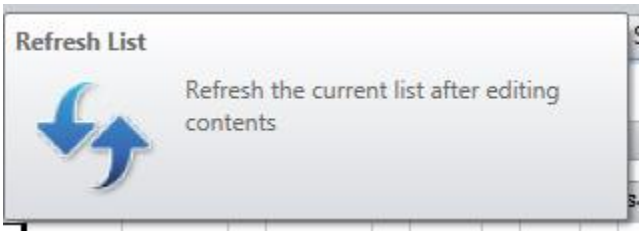
[命令行界面](Command Line Interface)选项卡位于[编程菜单](Programming Tab)的[扩展](Extensions)栏目。



此工具打开[命令行界面](Command Line Interface)，用于测试或调试扩展程序命令。

[刷新列表](Refresh List (extensions group))

[刷新扩展列表](Refresh extensions list) 选项卡位于[编程菜单](Programming Tab)的[扩展](Extensions)栏目。



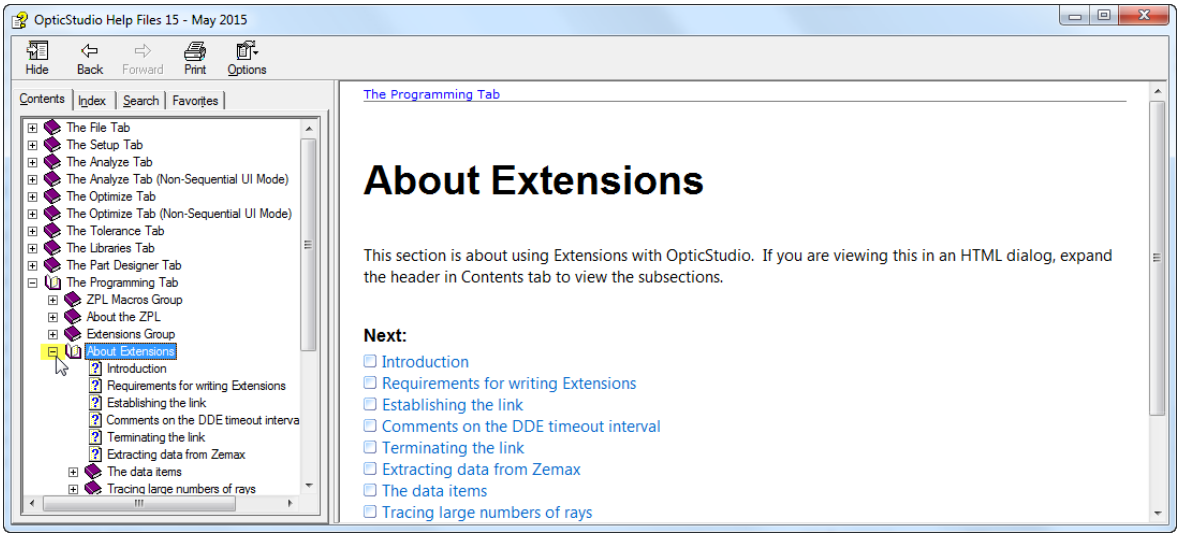
当添加或删除新的扩展程序文件时，可用此工具更新当前扩展列表。任何新的扩展程序都必须放置在 <program>\Extend 文件夹中（参阅[文件夹](Folders)）。

[扩展帮助](Extensions Help)

[扩展帮助](Extensions Help)选项卡位于[编程菜单](Programming Tab)的[扩展](Extensions)栏目。



这将打开 OpticStudio 的 HTML 帮助文件，并转至[关于扩展编程](About Extensions)一节。请单击[关于扩展编程](About Extensions)窗口章节标题旁边的“+”来展开子目录来查看详情。



[关于扩展编程](About Extensions)

本节介绍将扩展程序与 OpticStudio 配合使用。如果您在 HTML 对话框中查看，则可展开相关

目录选项卡中的标题以查看子目录。

[简介](Introduction(about extensions))

从 OpticStudio 15 开始，已经停止使用扩展（这意味着，从该版本之后，将不再提供任何新功能或错误修订）。对于所有希望编写自己的应用程序来配合 OpticStudio 的用户，我们强烈建议使用 ZOS-API，这是一个基于最新编程技术的更强大工具。有关更多详情，请参阅[关于 ZOS-API ***](About ZOS-API)一节。***

OpticStudio 有一个非常强大的功能，允许另一个 Windows 程序与 OpticStudio 建立通信链接，并且允许该程序从 OpticStudio 获取有关镜头的数据。即：程序可以使用 OpticStudio 来追迹通过镜头的光线，然后将数据发送到另一个程序进行分析或计算。扩展比宏更加复杂；有关简单的宏编程，请参阅[关于 ZPL](About ZPL)。

有三种密切相关的方式可以用于扩展 OpticStudio 的功能：

首先，任何一个独立的 Windows 程序都可以与 OpticStudio 建立通信链接，以获取 OpticStudio 的镜头相关数据——通常是是光线追迹或其它光学数据。这个程序可以按照适当的方式来使用这些数据。

其次，独立程序可以在对用户隐藏的情况下执行分析，然后生成的数据可以显示在常规 OpticStudio 图形或文本窗口中。这种模式下，这个程序称为 OpticStudio 的“扩展”程序。扩展程序位于[编程菜单](Programming Tab)的[扩展](Extensions)栏目中[扩展程序列表](Extension List)的下拉菜单列表中。扩展程序必须存储于 <program>\Extend 文件夹中（参阅[文件夹](Folders)），才能使用 OpticStudio 运行扩展。

最后，可以使用独立程序来计算 OpticStudio 的优化数据。这种模式下，这个程序称为[用户自定义操作数](User Defined Operand)或 UDO。这些 UDO 必须存储于 <program>\UDO 文件夹中（参阅[文件夹](Folders)），才能使 OpticStudio 运行这些 UDO。

那些需要复杂用户界面，包含大量输入、菜单和按钮的应用程序更适合作为独立应用程序，不适合使用 OpticStudio 来显示计算的数据。那些可以进行复杂计算，但只需要一个简单用户

界面的应用程序适合结合 OpticStudio 作为一个扩展程序。扩展程序的优点是：显示与正常 OpticStudio 分析窗口类似，并且扩展程序的功能可以在 OpticStudio 中查看、更新、更改设置、打印、复制到剪贴板、或者像任何 OpticStudio 分析窗口一样平移或缩放。

UDO 应用程序可以计算必须由 OpticStudio 优化程序进行优化的数据。更多关于 UDO 的描述，请参阅[用户自定义操作数](User Defined Operand)中的[优化](Optimization)。

编写好的应用程序可以作为独立程序，或者作为扩展程序，如示例部分中所示。

应用程序与 OpticStudio 之间的通信使用[动态数据交换](Dynamic Data Exchang) (DDE) 来完成。DDE 是 Windows 操作系统中定义的协议，用于在程序之间共享数据。两个程序可以建立一个 DDE 链接：一个程序充当“服务器”，另一个程序充当“客户端”。客户端通常从服务器请求特定数据，而服务器将数据发送回客户端。

OpticStudio 旨在充当服务器，进行了恰当修改的任何 Windows 程序均可以作为客户端。

[编写扩展的要求](Requirements for Writing Extensions)

本章以及 DDE 功能的目的是帮助经验丰富的编程人员编写能够与 OpticStudio 交互的代码。此功能使开发人员能够编写与 OpticStudio 配合使用的第三方软件程序。第三方程序可以使用 OpticStudio 作为光线追迹发生器，而且提供接口、图形、输入和输出以及针对特定类型分析的扩展计算。

可以使用任何支持 DDE 的程序或编程语言来轻松实现扩展程序。包括 Visual Basic、Excel 和 MatLab，还有很多其它类型。 DDE 是科学程序中非常常见的接口。如果您使用 C 语言来编写应用程序，则需要您掌握 Windows 和 C 编程相关知识，并且至少在一定程度上精通消息传递、消息循环、内存管理以及全局算子、句柄和指针。Charles Petzold 编写并由微软出版社出版的图书《Programming Windows, Fourth Edition》是一本学习 DDE 的优秀图书，其中包含学习 DDE 编程所需要的所有信息。本章文本中的示例和代码部分并不是完整程序，只是一些代码片段，仅用于演示。

虽然编写 Windows 应用程序比较复杂，但好在所有复杂的代码已经编写好，并且可供学习和重复使用。有关与 OpticStudio 建立通信链路的详细信息也已经设计好，并且样本代码可以“剪切和粘贴”，只需要更改与特定计算相关的代码即可。

OpticStudio 包含一个 C 源代码文件，名为 ZCLIENT。它通过将所有通信压缩在一个包装函数中，从而极大简化 DDE 与 OpticStudio 的信息传递。ZCLIENT 提供了很多可供调用的函数，用于从 OpticStudio 中提取数据，并且不需要 DDE 编程知识。ZCLIENT 将在本章后续内容中作进一步介绍。

OpticStudio 提供了有关客户端程序和扩展程序的完整示例，包含源代码，将在本章的结尾进行说明

使用 DDE 功能需要用户具有合适的编辑器，或者可以生成与 32 位 Windows 可执行文件的开发工具。此外，需要用户会编写所需的代码，并且要确保代码可靠无缺陷。为了最大限度地提高运算速度，OpticStudio 很少会 对客户端返回的数据执行错误检查，有很多错误代码的扩展程序可能会导致 OpticStudio 崩溃或者进入无限循环。

*因此，关于 DDE 或扩展程序的技术支持进行严格限制，仅限于演示所提供的样本文件能够正确运行。*如果您需要建立 OpticStudio 扩展程序，但又不想自己编程，您可以随时联系 OpticStudio 技术支持，获得满足要求的自定义扩展程序的开发报价。我们在开发扩展程序方面有相当丰富的经验，可以很快编写出您所需要的扩展程序。

[建立链接](Establishing the Link)

要建立与 OpticStudio 的 DDE 链接，客户端程序必须将消息传送到所有引用了应用程序名称和逻辑名称的顶级窗口中。对于 OpticStudio 来说，应用程序名称为“Zemax”，主题名称可以是任何非空字符串。如果 OpticStudio 的两个副本正在运行，则应用程序名称可能是“Zemax1”或“Zemax2”，以区分这两个程序。OpticStudio 不使用主题名称，仅使用应用程序名称和[项](item)。[项](item) 表明正在请求的数据。 OpticStudio 支持的各种[项](item)将在后文中进行描述。

有关特定代码示例可在很多示例 DDE 客户端代码中查阅。

一旦建立了 DDE 链接，任何基于光线追迹的分析都可以由服务器程序执行，并将数据返回到客户端。

[有关 DDE 超时间隔的注解](Comments on the DDE Timeout Interval)

DDE 是基于信息传递。为防止客户端或服务器没有消息传递而永久等待，必须指定最长等待时间。等待时间在客户端应用程序中指定。在样本代码 ZCLIENT 中，默认等待时间是由以下源代码定义

```
#define DDE_TIMEOUT 50000
```

这里 DDE_TIMEOUT 是以毫秒为单位，因此 50000 ms 是 50 秒。重要的是，任何 DDE 命令完成所需要的时间不能超过已定义的时间长度。如果请求的计算超过了已定义的最长等待时间，则消息传递失败，并且可能产生无效数据。可以将默认最长等待时间设为更大的值，但在编写代码时必须更加谨慎，因为如果消息传递出错，则客户端和服务器应用程序会出现“hang”。

[终止链接](Terminating the link)

在所有计算均已完成时， DDE 连接由客户端终止，客户端向 OpticStudio 服务器发送终止消息。这条消息仅终止 OpticStudio 的服务器部分，而不是 OpticStudio 本身。

[从 OpticStudio 提取数据](Extracting data from OpticStudio)

OpticStudio 支持 DDE 的很多功能。每个函数都有一个名称，称为[项](item)。通过 WM_DDE_REQUEST 消息将[项](item)传递到 OpticStudio 服务器。在[项](item)名称中进行编码将 OpticStudio 需要的任何数据（例如追迹某条光线）传递到 OpticStudio 中。OpticStudio 中的大部分[项](item)有一个简单的名称，不需要进一步编码。但某些[项](item)中需要另外添加代码到名称中，并用逗号分开。
OpticStudio 使用 WM_DDE_DATA 消息来响应每个[项](item)请求，并且消息中包含一个指针，指向用于存储字符串的内存块。大部分数据是以字符串方式从 OpticStudio 传递到客户端应用程序，这相当于 CF_TEXT 格式。客户端应用程序必须提取字符串并释放字符串所占用的内存。
有关特定代码示例可在很多示例 DDE 客户端代码中查阅。

[数据项](THE DATA ITEMS)

以下是 OpticStudio 支持的数据项：

CloseUDOData

用于关闭用户自定义操作数缓存区，允许 OpticStudio 优化程序继续进行。有关详细信息，请参阅 SetUDOItem。CloseUDOData 的语法为：

```
CloseUDOData, buffercode
```

另请参阅 GetUDOSystem 和 SetUDOItem。

DeleteConfig(the data items)

删除多重结构编辑器中的现有结构。语法为：

```
DeleteConfig, config
```

另请参阅 InsertConfig。

DeleteMCO(the data items)

可在多重结构编辑器中删除多重结构操作数。语法为：

```
DeleteMCO, operand
```

operand 变量是一个介于 1 和操作数当前数量之间的整数。返回值为操作数的新数量。另请参阅 InsertMCO。

DeleteMFO(the data items)

可在评价函数编辑器中删除优化操作数。语法为：

```
DeleteMFO, operand
```

operand 变量是一个介于 1 和操作数当前数量之间的整数。返回值为操作数的新数量。另请参阅 InsertMFO。

DeleteObject(the data items)

删除现有物体。语法为：

```
DeleteObject,surf,object
```

另请参阅 InsertObject。

DeleteSurface

删除现有表面。语法为：

```
DeleteSurface,surf
```

另请参阅 InsertSurface。

ExportCAD(the data items)

可按照 IGES/STEP/SAT 格式导出镜头数据。语法为：

```
ExportCAD,filename,filetype,numspline,first,last,rayslayer,lenslayer,
exportdummy,
usesolids,raypattern,numrays,wave,field,deletevignetted,dummythick,sp
lit,scatter, usepol,config,tolerance,first_object,last_object
```

有关此功能以及所有参数含义的详细信息，请参阅 EXPORTCAD 和[导出 CAD 文件](EXPORT CAD File)。

通过 DDE 使用此功能比较复杂。导出镜头数据比 DDE 通信时间要更长。因此，调用此数据项将导致 Opticstudio 启动独立线程来处理请求。一旦线程启动，返回值是字符串[输出文件名](Exporting filename)。但是，实际文件可能需要几秒或几分钟之后才能使用。要验证导出已完成并且文件已就绪，请使用 ExportCheck 数据项。如果导出仍在运行，则 ExportCheck 返回 1，如果导出已完成，则 ExportCheck 返回 0。一般来说，ExportCheck 数据项需要放置在循环中，此循环将不断执行，直到 ExportCheck 返回 0。典型 C 语言循环测试代码如下：

```
/* check if the export is done */
still_working = 1;
while(still_working)
      {
      // Delay for 200 milliseconds
      Sleep(200);
      PostRequestMessage("ExportCheck", szBuffer);
      if (szBuffer[0] == '1')
            {
            // Still working!
            }
      else
            {
            // All done!
            still_working = 0;
            }
      }
```

如果 ExportCad 返回“BUSY!”，则表示导出线程已经在执行，并且不会执行新的导出。

ExportCheck

表示上次执行 ExportCAD 数据项的状态。如果仍在运行，则返回值为 1，如果已完成，则返回 0。请参阅上文的 ExportCad 了解更多详情。

FindLabel

查找一个具有整数标签的表面，此整数标签与指定表面相关联。语法为：

```
FindLabel,label
```

返回值是包含相同整数标签的第一个表面的表面编号，如果任何表面都没有指定标签，则返回-1。另请参阅 SetLabel 和 GetLabel。

GetAddress

可从环境设置中提取地址行 1、2、3 或 4。语法为：

```
GetAddress,1
```

第 2、3、4 行的命令类似。如果用户选择了隐藏地址框，则所有字符串都返回“\r\n”。

GetAperture

提取表面孔径数据。语法为：

```
GetAperture,surf
```

返回字符串格式如下：

```
"type, min, max, xdecenter, ydecenter, aperturefilename"
```

返回的 type 是一个整数代码：0 表示无孔径，1 表示圆形孔径，2 表示圆形遮光，3 表示[含支撑杆的孔径(星形孔径)](spider)，4 表示矩形孔径，5 表示矩形遮光，6 表示椭圆孔径，7 表示椭圆遮光，8 表示用户自定义孔径，9 表示用户自定义遮光，10 表示浮动孔径。椭圆形、矩形和含支撑杆的孔径的“最小”和“最大”值与圆形孔径的含义不同，请参阅[孔径类型和其它孔径控制](Aperture type and other aperture controls)了解详细信息。另请参阅 SetAperture。

GetApodization

通过切趾类型和数值来计算光线的强度切趾。语法为：

```
GetApodization, px, py
```

其中 px 和 py 是归一化光瞳坐标。返回的字符串是强度切趾。

GetAspect

获取图形显示纵横比，以及输出页面的宽度和高度（用当前镜头单位表示）。例如，如果当前纵横比是 3 x 4，则返回的纵横比将为 0.75。在绘制等比例图形时，必须知道正确的纵横比。此时返回的数据的格式是“纵横比, 宽度”。如果纵横比大于 1，则图形的高度大于宽度，并且返回的数据的格式是“纵横比, 高度”。

语法为：

```
GetAspect,filename
```

其中 filename 表示与正在创建或更新窗口相关联的临时文件名称。如果临时文件名保持关闭，则返回默认纵横比和宽度（或高度）。

GetBuffer

GetBuffer 用于从正在更新的窗口中获取用户指定的数据。语法为：

```
GetBuffer,n,tempfile
```

其中 n 是缓存区编号，必须介于 0 到 15 之间（包含首尾值）；tempfile 是正在更新窗口的临时文件名称。在 OpticStudio 调用客户端时，临时文件名称传递到客户端；有关详细信息，请参阅[OpticStudio 如何调用客户端](How OpticStudio calls the client)。请注意，每个窗口都有自己的缓存区数据，并且 OpticStudio 通过文件名识别需要缓存内容的窗口。另请参阅 SetBuffer。

GetComment

获取表面注释。需要返回注释数据的表面编号应该添加到项名称中，例如，要获取表面 5 的注释，项名称应为：“GetComment,5”。

GetConfig

获取当前结构编号、结构数量以及多重结构操作数的数量。
返回的字符串的格式如下："currentconfig, numberconfig, numbermcoper"。另请参阅 SetConfig。

GetDate

获取当前日期和时间，按照用户在 OpticStudio 环境对话框中选择的格式显示。

GetExtra

获取附加表面数据。语法为：

```
GetExtra, surf, column
```

返回字符串格式如下：value。
另请参阅 SetExtra。

GetField

获取视场数据。语法为：

```
GetField, n
```

其中 n 是 0 或者视场编号。如果 n 为 0，则返回字符串格式如下：
“type, number, max_x_field, max_y_field, normalization_method”
type 是整数：0、1、2、3 或 4，分别表示角度、物高、近轴像高、实际像高或经纬角。number 是当前已定义的视场的数量。max_x_field 和 max_y_field 的值表示归一化视场坐标，请参阅[归一化视场坐标](Normalized field coordinates)。normalization_method 为 0 表示径向，1 表示矩形。
如果 n 不为 0，而对应于某个有效的视场编号，则返回的字符串的格式如下：
"xfield, yfield, weight, vdx, vdy, vcx, vcy, van"

这 8 个值表示不同视场数据的指数格式的浮点数。另请参阅 SetField。

GetFile

获取镜头的完整名称，包括驱动和路径。如果要修改这个文件，则应该极其谨慎；因为任何时间 OpticStudio 都可能会从中读取数据或写入数据。

GetFirst

获取有关镜头的一阶数据。返回的字符串的格式如下：
“focal, pwfn, rwfn, pima, pmag”
字符串中的值分别表示 EFL、近轴工作 F/#、实际工作 F/#、近轴像高和近轴放大率。

GetGlass

获取任何表面上有关玻璃的某些数据。语法为：

```
GetGlass,surf
```

如果指定表面无效，其材料不是由玻璃组成或者是梯度折射率，则返回的字符串为空。对于只在 FdC 频带外定义的玻璃，此数据可能无意义。否则，返回字符串格式如下：
“name, nd, vd, dpgf”

GetGlobalMatrix

返回将任何局部坐标（如光线追迹）转换为全局坐标所需要的矩阵。有关全局坐标矩阵的详细信息，请参阅[全局坐标参考面](Global Coordinate Reference Surface)。

此项的语法为：

```
GetGlobalMatrix,surf
```

返回数据字符串格式为：
“R11,R12,R13,R21,R22,R23,R31,R32,R33,Xo,Yo,Zo”

GetIndex

获取任何表面的折射率数据。语法为：

```
GetIndex,surf
```

如果指定表面无效或者是梯度折射率材料，则返回的字符串为空。否则，返回字符串格式如下：
“n1, n2, n3...”

其中折射率值按顺序对应于每个已定义波长的折射率。

GetLabel

检索与指定表面相关的整数标签。语法为：

```
GetLabel,surf
```

返回值为表面的标签。另请参阅 SetLabel 和 FindLabel。

GetMulticon

从多重结构编辑器中提取数据。语法为：

```
GetMulticon,config, row
```

如果结构编号大于 0 且小于等于多重结构数量，则返回的字符串格式如下：

″value, num_config, num_row, status, pickuprow, pickupconfig, scale, offset″

如果结构编号为 0，则返回的多重结构操作数类型如下：

"operand_type,number1, number2, number3"

[多重结构操作数概要](Summary of multi-configuration operands)中介绍了编号的用法。status 为 0 表示固定，1 表示变量，2 表示跟随，3 表示热跟随。如果 status 是 2 或 3，则 pickuprow 和 pickupconfig 值表示跟随求解的源数据。

另请参阅 SetMulticon。

GetName

获取镜头的名称。返回的字符串是当前镜头名称（在[[系统选项](System Explorer)](System Explorer)的[标题/备注](Title/Notes)栏目中输入）。

GetNSCData

获取 NSC 组件的各种数据。语法为：

```
GetNSCData,surf,code
```

surf 是指 NSC 组件的表面编号，如果当前程序模式是非序列模式，则 surf 使用 1。目前仅支持 code= 0，在这种情况下，返回的数据是 NSC 组件中物体的数量。

GetNSCMatrix

返回 NSC 物体相对于 NSC 表面原点的旋转和位置矩阵。语法为：

GetNSCMatrix,surf,object
返回数据字符串格式为：
“R11,R12,R13,R21,R22,R23,R31,R32,R33,Xo,Yo,Zo”

GetNSCObjectData

获取 NSC 物体的各种数据。语法为：
GetNSCObjectData,surf,object,code
surf 和 object 指的是表面编号和物体编号。code 是下表中的其中一个整数值；返回值为所表示的数据项。另请参阅 SetNSCObjectData。

code	GetNSCObjectData 返回的数据
0	物体类型名称（字符串）
1	注释，若该物体是由一个文件定义，则返回定义的文件名（字符串）。
2	颜色（整数）。
5	参考物体编号（整数）。
6	在物体编号内（inside of）（整数）。
以下代码用来在[物体属性](Object Properties)对话框的 type 选项卡上设置值。	
3	如果物体使用用户自定义孔径文件，则返回 1，否则返回 0（整数）
4	若使用了用户自定义孔径，则返回用户自定义孔径文件名(字符串)。
29	设置[使用像素插值](Use Pixel Interpolation)选项：1 表示勾选,0 表示未勾选。
以下代码用来在[物体属性](Object Properties)对话框的[光源](Sources)选项卡上设置值。	
101	设置光源物体的[随机偏振](random polarization)。用 1 表示勾选，用 0 表示未勾选。
102	设置光源物体[逆向光线](reverse rays option)选项。用 1 表示勾选，用 0 表示未勾选。

103	设置光源物体琼斯 X 值。
104	设置光源物体琼斯 Y 值。
105	设置光源物体相位 X 值。
106	设置光源物体相位 Y 值。
107	设置光源物体[初始相位](initial phase)值(以度为单位)。
108	设置光源物体[相干长度](coherence length)值。
109	设置光源物体[预传播](pre-propagation)值。
110	设置光源物体采样方法；0 表示随机，1 表示 Sobol 采样。
111	设置光源物体体散射方法；0 表示多次、1 表示一次、2 表示从不。
以下代码用来在[物体属性](Object Properties)对话框的[体散射](Volume Physics)选项卡上设置值。	
202	设置平均光程值。
203	设置角度值。
211-226	分别设置 DLL 参数 1-16。

GetNSCObjectFaceData

获取 NSC 物体各个面的各种数据。语法为：

```
GetNSCObjectFaceData,surf,object,face,code
```

surf 和 object 指的是表面编号和物体编号。face 是指面编号。code 是下表中的其中一个整数值；返回值为所表示的数据项。另请参阅 SetNSCObjectFace- Data。

代码	**GetNSCObjectFaceData 返回的数据**
10	膜层名称。（字符串）
20	散射代码。用 0 表示无，1 表示朗伯，2 表示高斯，3 表示 ABg，4 表示用户自定义，5 表示 BSDF，6 表示 ABg 文件。（整数）

21	散射因子。（双精度值）
22	要散射的光线数量。（整数）
23	高斯散射 σ。（双精度值）
24	[面为](Face is)设置；0 表示物体默认值，1 表示反射，2 表示吸收。(整数)
30	反射的 ABg 散射配置文件名称。（字符串）
31	透射的 ABg 散射配置文件名称。（字符串）
40	用户自定义的散射 DLL 名称。（字符串）
41-46	用户自定义的散射参数 1 - 6。（双精度值）
50	反射的 BSDF 文件名。（字符串）
51	透射的 BSDF 文件名。（字符串）
52	反射的 ABg 文件数据文件名。（字符串）
53	透射的 ABg 文件数据文件名。（字符串）
54	反射的 IS 散射库数据文件名。（字符串）
55	透射的 IS 散射库数据文件名。（字符串）
56	薄板散射设置； 0 表示关闭，1 表示开启。（整数）
60	用户自定义的散射数据文件名。（字符串）

GetNSCParameter

获取 NSC 物体的参数数据。语法为：

```
GetNSCParameter,surf,object,parameter
```

surf 和 object 指的是表面编号和物体编号，parameter 是参数编号（整数）。返回的字符串是参数值。另请参阅 SetNSCParameter。

GetNSCPosition

获取 NSC 物体的位置数据。语法为：
GetNSCPosition,surf,object
surf 和 object 是指表面编号和物体编号。返回的字符串是
"x, y, z, tilt-x, tilt-y, tilt-z, material"另请参阅 SetNSCPosition。

GetNSCProperty

模拟 ZPL 函数 NPRO（参阅 NPRO(surf,object,code,face)）。语法为：
GetNSCProperty,surface,object,code,face
surface 和 object 是指表面编号和物体编号；code 表示用于确定 NSC 物体数据的特定类型的整数代码，如 SETNSCPROPERTY 中所述。Face 表示指定物体的某个面。GetNSCProperty 可以同时返回文本和数字数据。返回字符串格式为：
“data”
其中，data 为检索的字符串或数字数据。另请参阅 SetNSCProperty。

GetNSCSettings

获取光线追迹的交点的最大数目、段数、嵌套数目、光线追迹绝对阈值强度、光线追迹相对阈值强度 、胶合距离、截止光线长度以及用于 NSC 光线追迹的忽略错误标记。在字符串中返回的数据如下：
"Max_Intersections, Max_Segments, Max_Nesting, Min_Absolute_Intensity,
Min_Relative_Intensity, Glue_Distance, Miss_Ray_Length, Ignore_Errors"
Ignore_Errors 为 1 表示 true，为 0 表示 false。另请参阅 SetNSCSettings。

GetNSCSolve

获取 NSC 位置和参数数据的当前求解状态和设置。语法为：
GetNSCSolve,surface,object,parameter
surface 和 object 指的是表面编号和物体编号。参数值是 -1 到 -6，分别用于获取 x、y、z 或 x 倾斜、y 倾斜、z 倾斜数据。Parameter 为 1 或更大值，用于提取指定参数的数据。在字符串中返回的数据如下：
"status, pickup_object, pickup_column, scale_factor, offset"
Status 为 0 表示固定，1 表示变量，2 表示跟随求解。仅当 status 为跟随求解时，其它数据才有意义。

GetOperand

从评价函数编辑器中获取操作数数据。语法为：

```
GetOperand,row,column
```

row 为评价函数编辑器中的操作数行编号。column 为 1 表示字符串格式的操作数类型（如“EFFL”），2 表示整数 1，3 表示整数 2，4 到 7 表示数据 1 到数据 4，8 表示目标，9 表示权重，10 表示当前值，11 表示贡献百分比，12 到 13 表示数据 5 到数据 6。返回的字符串为请求参数的数值或字符串值。要获取 BLTH 操作数上已定义的内容，请将 column 设置为 2。要在调用 GetOperand 之前更新评价函数，请使用 Optimize 项，并将循环次数设置为 -1。另请参阅 SetOperand 和 Optimize。

GetPath

获取 <data> 文件夹的完整路径名称以及镜头的默认文件夹的路径名称。返回的字符串由逗号分隔。

GetPolState

获取用户设置的默认偏振状态。数据的格式如下：“nIsPolarized, Ex, Ey, Phax, Phay”

如果 nIsPolarized 为任意非 0 值，则默认偏振状态是无偏振。否则，Ex、Ey、Phax 和 Phay 值来定义偏振状态。Ex 和 Ey 应分别归一化为单位幅度，尽管这并不是必需的。Phax 和 Phay 的单位是度。另请参阅 SetPolState。

GetPolTrace

GetPolTrace 与 GetTrace 非常类似，但增加了对通过系统的偏振光进行追迹的功能。有关详细信息，请参阅 GetTrace 文档。GetPolTrace 的语法如下：

```
GetPolTrace, wave, mode, surf, hx, hy, px, py, Ex, Ey, Phax, Phay
```

GetPolTrace 的变量与 GetTrace 的变量相同，除了附加的变量 Ex、Ey、Phax 和 Phay。Ex 和 Ey 是 x 和 y 方向的归一化电场幅度。等式 Ex*Ex + Ey*Ey 的值应为 1.0（后文描述了一个重要的例外），尽管任何值都可接受。Phax 和 Phay 是相对相位（以度为单位）。

如果 Ex、Ey、Phax 和 Phay 均为 0，并且只有在这种情况下，OpticStudio 才会假定需要无偏振光追迹。无偏振光追迹实际上需要 OpticStudio 追迹两束正交光线，并对返回的透射强度求平均。如果四个值中的任何一个不为 0，则将追迹单个偏振光线。

例如，要在波长 2 上追迹一条实际无偏振边缘光线到像面，其字符串为：

```
GetPolTrace,2,0,-1,0.0,0.0,0.0,1.0,0,0,0,0
```

对于偏振光，数据信息按以下格式返回：

“error,intensity, Exr, Eyr, Ezr, Exi, Eyi, Ezi”

如果追迹光线成功，则整数 error 为 0；否则，error 为负数或正数。如果 error 为正数，则表示光线错过的表面编号。如果 error 为负数，则表示在 error 绝对值指定的表面上光线发生了全内反射(TIR)。在使用其余字符串之前，务必检查确保光线数据有效！
intensity 为透射强度。其始终归一化为输入电场强度。透射强度考虑表面、膜层和体吸收效果，但不考虑光线是否渐晕。Ex、Ey 和 Ez 值是电场分量，以 r 和 i 字符分别表示实部和虚部。
对于无偏振光，数据信息为：
“error, intensity”
尽管 GetPolTrace 容易编程和使用，但 GetPolTrace 有一个明显的缺点：每个调用 DDE 只能追迹一条光线。与光线追迹相比，通过 DDE 传递数据的内存可能会很大，如果需要对大量光线进行追迹，其执行速度会相对较慢。有关追迹大量光线的信息，请参阅本章中的详述[追迹大量光线](Tracing large numbers of rays)。另请参阅 GetPolTraceDirect。

GetPolTraceDirect

与 GetTraceDirect 类似，GetPolTraceDirect 也可以直接访问 OpticStudio 光线追迹引擎，并且也可以进行偏振光追迹。有关 GetTrace 直接访问的重要详细信息，请参阅 GetTraceDirect。
GetPolTraceDirect 的语法为：
```
GetPolTraceDirect,wave,mode,startsurf,stopsurf,x,y,z,l,m,n,Ex,Ey,Phax,
Phay
```
Ex、Ey、Phax 和 Phay 参数与 GetPolTrace 定义的参数完全相同。返回数据信息的格式与 GetPolTrace 中描述的格式相同。

GetPupil

获取光瞳数据。返回字符串格式如下：
"type, value, ENPD, ENPP, EXPD, EXPP, apodization_type, apodization_factor"
参数 type 是一个表示系统孔径类型的整数，介于 0 到 5 之间，分别表示入瞳直径、像方空间 F/#、物方空间 NA、光阑尺寸浮动、近轴工作 F/# 或物方锥角。value 为系统孔径值，若使用了光阑尺寸浮动，value 表示光阑面半直径。后面 4 个值是入瞳直径、入瞳位置、出瞳直径和出瞳位置（均以镜头单位表示）。apodization_type 是一个整数，为 0 表示无，1 表示高斯，2 表示子午。apodization_factor 是[系统选项](System Explorer)的[孔径](Aperture)栏目中显示的“切趾因子”，仅当选择了高斯切趾时才可用。

GetRefresh

此数据项使 OpticStudio 将所有镜头数据（波长、视场、编辑器等等）复制到服务器的存储副本中。镜头随后更新，这意味着 OpticStudio 将重新计算所有光瞳位置、求解和折射率数据。如果可以更

新镜头，OpticStudio 返回字符串“0”；否则，返回“-1”。如果 GetUpdate 返回“-1”，则不执行任何光线追迹。
在最新复制了镜头数据后，所有后续命令将立即生效或执行。如果有旧的镜头数据，数据无法恢复。另请参阅 GetUpdate 和 PushLens。

GetSag

计算任何表面的矢高。项名称的格式为：“GetSag,surf,x,y”，其中 surf 是表面编号，x 和 y 是针对其计算矢高的表面上的坐标。返回字符串格式为：“sag, alternatesag”。x、y 和矢高的值均以镜头单位表示。

GetSequence

返回服务器内存中保存的镜头编号，然后是 LDE 中保存的镜头序号（由逗号分隔）。

GetSerial

返回 OpticStudio 密钥的序列号。

GetSettingsData

获取某个窗口使用的设置数据。数据必须预先通过调用 SetSettingsData 存储下来。也可以通过之前执行的客户端程序存储数据。语法为：

```
GetSettingsData,tempfile,number
```

tempfile 数据是 OpticStudio 传递到客户端的输出文件名称。OpticStudio 使用此名称来分辨 GetSettingsData 请求的窗口。
number 是先前的 SetSettingsData 调用所使用的数据编号。目前仅支持编号 = 0。将来可以使用此编号扩展功能。
返回值是由之前的 SetSettingsData 命令存储的字符串。
另请参阅[OpticStudio 调用客户端的方式](How OpticStudio calls the client)和 SetSettingsData。

GetSolve

返回有关任何表面上的任何求解数据。语法为“GetSolve,surface,code”，其中 code 是一个整数，表示使用求解数据的某个表面参数。按以下格式返回求解数据，具体取决于代码值。

GetSolve code	返回的数据格式|

0, 曲率	求解类型, 参数 1, 参数 2, 跟随列
1, 厚度	求解类型, 参数 1, 参数 2, 参数 3, 跟随列
2, 玻璃	求解类型（对应求解类型 = 0） 求解类型, 折射率, Abbe, Dpgf（对应求解类型 = 1, 模型玻璃） 求解类型, 跟随表面（对应求解类型 = 2，跟随） 求解类型, 折射率偏移, abbe 偏移（对应求解类型 = 4，偏移） 求解类型（对应求解类型 = 所有其它值）
3, 半口径	求解类型, 跟随表面, 跟随列
4, 圆锥系数	求解类型, 跟随表面, 跟随列
5-16，参数 1-12	求解类型, 跟随表面, 偏移, 比例因子, 跟随列
17, 参数 0	求解类型, 跟随表面, 偏移, 比例因子, 跟随列
1001+, 附加数据值 1+	求解类型, 求解表面, 比例因子, 偏移, 跟随列

“求解类型”是一个整数代码，并且参数的意义取决于求解类型；有关详细信息，请参阅[求解](Solves)一章。另请参阅 SetSolve。

GetSurfaceData

获取表面数据。语法为：

```
GetSurfaceData,surf,code
```

或

```
GetSurfaceData,surf,code,arg2
```

surf 指的是表面编号。code 是下表中的其中一个整数值；返回值为所表示的数据项。另请参阅 SetSurfaceData。并非所有代码都使用 arg2。

code	**GetSurfaceData 返回的数据**
0	表面类型名称（字符串）。

1	备注（字符串）。
2	曲率（非半径）。
3	厚度。
4	玻璃（字符串）。
5	半口径。
6	圆锥系数。
7	膜层（字符串）。
8	热膨胀系数 (TCE)。
9	用户自定义面 DLL 名称（字符串）。
20	[忽略表面](Ignore surface)标记，0 表示不忽略，1 表示忽略。
51	面之前的倾斜和偏心次序；0 表示先偏心后倾斜；1 表示先倾斜后偏心。
52-56	分别表示面之前的 X 偏心、Y 偏心、x 倾斜、y 倾斜 和 z 倾斜的值。
60	[在状态后](After status)；0 表示直接，1 表示跟随此面，2 表示翻转此面，3 表示跟随此面 -1，4 表示翻转此面 -1 等等
61	面之后的倾斜和偏心次序；0 表示先偏心后倾斜；1 表示先倾斜后偏心。
62-66	分别表示面之后的 X 偏心、Y 偏心、x 倾斜、y 倾斜和 z 倾斜的值。
70	使用多膜层和折射率偏移。1 表示 True，0 表示 False。
71	多膜层值。膜层编号由 arg2 定义。
72	多膜层状态。用 0 表示固定，1 表示变量，或者用 n+1 表示跟随膜层 n 。膜层编号由 arg2 定义。
73	膜层折射率偏移值。膜层编号由 arg2 定义。
74	膜层折射率偏移状态。用 0 表示固定，1 表示变量，或者用 n+1 表示跟随膜层 n。膜层编号由 arg2 定义。

75	膜层消光偏移值。膜层编号由 arg2 定义。
76	膜层消光偏移状态。用 0 表示固定，用 1 表示变量，或者用 n+1 表示跟随膜层 n。膜层编号由 arg2 定义。
80	坐标返回求解状态。用 0 表示无，1 表示仅方向，2 表示 +XY 方向，3 表示 +XYZ 方向。表面必须是坐标变换面，此求解才能生效。
81	坐标返回表面编号。仅在坐标返回求解时使用。

例如，要获取表面 8 的圆锥系数数据，项名称应为“GetSurfaceData,8,6”。要获取表面 7 上膜层 4 的多膜层值，项名称应为“GetSurfaceData,7,71,4”。
另请参阅 SetSurfaceData 和 GetSurfaceParameter。

GetSurfaceDLL

当表面类型为用户自定义类型时，获取 DLL 文件 的名称。返回表面 DLL 名称和表面名称。例如，要获取用户自定义表面 5 的 DLL 名称，项名称应为“GetSurfaceDLL,5”。
返回字符串格式如下：“dllname,surfacename”
Dllname 表示定义的 DLL 的名称，surfacename 表示镜头数据编辑器表面类型列中的 DLL 所显示的字符串。

GetSurfaceParameter

获取表面参数数据。项名称中应添加要返回的表面和参数编号。例如，要获取表面 8 的参数 5 数据，项名称应为“GetSurfacearameter,8,5”。
另请参阅 GetSurfaceData 和 SetSurfaceParameter。

GetSystem

获取系统数据。
返回字符串格式如下：
″numsurfs, unitcode, stopsurf, nonaxialflag, rayaimingtype, adjust_index, temp, pressure, globalrefsurf″
返回表面数量、单位代码（0、1、2 或 3 分别表示毫米、厘米、英寸或米）、光阑面编号、是否为轴对称系统标记（0 表轴对称，1 表示非轴对称）、光线瞄准类型（0 表示关闭，1 表示近轴，2 表示实际）、折射率数据与环境匹配标记（0 表示 false，1 表示 true）、当前温度和压强以及全局坐标

参考面编号。
另请参阅 SetSystem 和 GetSystemAper。

GetSystemAper

获取系统孔径数据。返回字符串格式如下："type, stopsurf,aperture_value"
返回系统孔径类型（0、1、2、3、4 或 5 分别表示入瞳直径、像方空间 F/#、物方空间 NA、光阑尺寸浮动、近轴工作 F/# 或物方锥角）、光阑面编号和系统孔径值。如果孔径类型是“光阑尺寸浮动”，则孔径值是半口径。
另请参阅 GetSystem 和 SetSystemAper。

GetSystemProperty

模拟 ZPL 函数 SYPR（参阅 SYPR(code)）。语法为：

```
GetSystemProperty code
```

code 是一个整数，用于定义需求的定系统属性。有关这些代码的列表，请参阅“SETSYSTEMPROPERTY, SYSP”。返回字符串格式为：
“data”
其中，data 为返回的字符串或数值。另请参阅 SetSystemProperty

GetTextFile(the data items)

创建 OpticStudio 支持的任何文本文件。语法为：
GetTextFile, "textfilename", type, "settingsfilename", flag
"textfilename"必须用引号括起，并且包括要创建的文件的完整路径、名称和扩展名。
type 是一个长度为 3 个字符且区分大小写的标记，表示要执行的分析类型。有关字符串代码的完整列表，请参阅[编程菜单]的[字符串代码](String Code)部分。标记区分大小写。如果没有提供标记或者无法识别任何标记，则将生成标准光线追迹。
如果"settingsfilename"是有效的文件名，则 OpticStudio 将使用或保存用于计算文本文件的设置，具体取决于 flag 参数的值。
如果 flag 的值为 0，则将使用默认设置。如果镜头文件中有自身的默认设置，则将使用这些默认设置；这些设置存储在“lensfilename.cfg”文件中。如果没有保存的镜头设置文件，则将使用存储在“OpticStudio.CFG”文件夹中的所有 OpticStudio 文件的默认设置。如果之前没有为该镜头或其它镜头保存的设置，则使用 OpticStudio 的“出厂”默认设置。
如果 flag 的值为 1，且在设置文件中提供的设置有效，则将用该设置来生成文件。如果设置文件中的数据无效，则将使用默认设置来生成文件。有效的设置文件只包括通过 OpticStudio 生成的、然后重命名为用户自定义的文件名。例如，在点列图设置对话框上，单击[保存](Save)将生成

“SPT.CFG”文件。如果将此文件重命名为“MySPT.CFG”，则具有完整路径的文件可以用作 GetTextFile 的"settingsfilename"变量。
如果 flag 的值为 2，且在设置文件中提供的设置有效，则将使用并且显示请求分析功能的设置框。在用户对设置进行修改之后，使用新的设置生成文件。用于更改分析设置的对话框使用镜头数据编辑器中当前的镜头数据，因此必须在 flag = 2 之前使用数据项 PushLens。
无论 flag 为何值，如果"settingsfilename"提供了有效文件名，则所用设置都将写入到设置文件中，覆盖原文件中的所有数据。
GetTextFile 仅支持文本文件，不支持图形文件。另请参阅 OpenWindow。

GetTol

获取取公差数据。语法为：
GetTol, n
其中 n 是公差操作数编号。如果 n 为零，则返回字符串格式如下：“number”。
其中 number 是已定义的公差操作数的数量。如果 n 不为零，但对应于指定有效的公差操作数编号，则返回的字符串的格式如下：
"toltype, int1, int2, min, max, int3"

GetTrace

此数据项需要客户端提供额外数据。若要进行光束追迹，OpticStudio 需要知道相对视场和光瞳坐标、波长、模式（实际，mode = 0 或者近轴，mode = 1）以及光线追迹的目标表面。对此所有数据进行编码，并附加到数据项名称。各个参数以逗号分隔，如下所示：
GetTrace, wave,mode,surf,hx,hy,px,py
例如，要追迹在波长 3 下的真实主光线到表面 5，项名称字符串为：
GetTrace,3,0,5,0.0,1.0,0.0,0.0
代码看上去很复杂，但编程其实很容易。OpticStudio 接收数据项，识别项名称开头的“GetTrace”，分离其余字符串，然后解析并追迹光线。通常，只在像面上需要用到光线数据；如果将表面编号设置 -1，则将获取像面的光线数据。注意，surf=0 专为物面保留。
数据信息按以下格式返回：
"error, vigcode, x, y, z, l, m, n, l2, m2, n2,intensity"
如果光线追迹成功，则整数 error 将为 0；否则，error 为负数或正数。如果 error 为正数，则 error 表示光线错过的表面编号。如果 error 为负数，则表示 error 的绝对值对应的表面上发生了光线全内反射 (TIR)。在使用其余字符串之前务必检查并确认光线数据是否有效！
参数 vigcode 表示发生光线渐晕的第一个表面。除非该表面或者其后续表面发生错误，否则光线将继续追迹到目标面。
x、y 和 z 表示目标表面上的坐标。

l、m 和 n 表示光线经过目标面折射到其后介质中的方向余弦。l2、m2 和 n2 表示目标表面法线的方向余弦。
Intensity 表示光线的相对透射强度，包括已定义的任何光瞳或表面切趾。
虽然 GetTrace 易于编程和使用，但使用 GetTrace 有一个明显的缺点：每个 DDE 只能对一条光线进行追迹。与光线追迹相比，通过 DDE 传递数据的内存相当大，因此如果需要追迹大量光线，则执行速度可能会相对缓慢。有关追迹大量光线的信息，请参阅本章中的详述[追迹大量光线](Tracing large number of rays)。另请参阅 GetTraceDirect。

GetTraceDirect

GetTraceDirect 可以直接访问 OpticStudio 的光线追迹。通常，光线是由归一化视场和光瞳坐标 hx、hy、px 和 py 定义。OpticStudio 获取这些归一化坐标并计算物体坐标（x、y 和 z）以及入瞳目标点的方向余弦（l、m 和 n 分别表示 x、y 和 z 的 方向余弦）。
有时直接定义 x、y、z、l、m 和 n 来进行光线追迹会更加合适。这样增加了定义光学系统中任何位置的光线起始面的灵活性。但要确保客户端程序中起始光线坐标有意义。
与 GetTrace 类似，此数据项要求客户端提供额外数据。要进行光束追迹，OpticStudio 需要知道 x、y、z、l、m、n、波长、模式（实际光线模式 = 0 或者近轴光线模式 = 1），以及光线追迹的起始和目标面。对所有参数进行编码，并附加到项目名称后面。通过逗号分隔各个参数，如下所示：

```
GetTraceDirect, wave, mode, startsurf, stopsurf, x, y, z, l, m, n
```

数据信息按以下格式返回：

"error, vigcode, x, y, z, l, m, n, l2, m2, n2,intensity"

返回的参数与 GetTrace 的参数完全相同，但 intensity 除外。Intensity 也是光线的相对透射强度，但不包括已定义的光瞳切趾。注意，GetTrace 包括光瞳切趾，但 GetTraceDirect 不包括。这两者都包含表面切趾。
虽然 GetTraceDirect 易于编程和使用，但使用 GetTraceDirect 有一个明显的缺点：每个 DDE 只能对一条光线进行追迹。与光线追迹相比，通过 DDE 传递数据的内存相当大，因此如果需要追迹大量光线，则执行速度可能会相对缓慢。有关追迹大量光线的信息，请参阅本章中的详述[追迹大量光线](Tracing large number of rays)。另请参阅 GetTrace。

GetUDOSystem

将特定镜头从优化函数内存加载到 OpticStudio 服务器的内存中。在执行用户自定义操作数 (UDO) 时，只能使用一次此项目名称。有关 UDO 的详细信息，请参阅[优化](Optimization)一章。
GetUDOSystem 的语法为：

```
GetUDOSystem, buffercode
```

其中 buffercode 是通过命令行传递到 UDO 的整数。另请参阅 SetUDOData。

GetUpdate

此数据项将使 OpticStudio 更新镜头数据，这意味着 OpticStudio 重新计算所有光瞳位置、求解和折射率数据。如果可以更新镜头数据，OpticStudio 返回字符串“0”；否则，返回“-1”。如果 GetUpdate 返回“-1”，则无法执行任何光线追迹。要更新评价函数，请使用 Optimize 数据项，并将迭代数设置为-1。另请参阅 GetRefresh 和 Optimize。

GetVersion

返回 OpticStudio 的版本号。版本号通常是 5 位数整数，不含小数点，比如 10000 表示版本 10.0。版本越高，数字越大。

GetWave

获取波长编号数据。语法为：

```
GetWave, n
```

其中 n 是 0 或者波长编号。如果 n 为 0，则返回字符串格式如下："primary, number"。
参数 primary 是一个整数，表示指定的主波长。number 是当前定义的波长编号。如果 n 不为 0，但对应于某个有效的波长编号，则返回的字符串的格式如下：
″wavelength, weight″
这 2 个值是指数格式浮点数，对应于指定波长的值和权重。另请参阅 SetWave。

GlobalToLocal(the data items)

将坐标间断从全局转换为局部坐标系参考。此命令可以将所有相邻坐标间断合并成一个单一的坐标间断。surf1 和 surf2 定义表面范围。direction 为 0 表示沿着原方向，为-1 表示翻转坐标间断。

此数据项的语法为：

```
GlobalToLocal, surf1, surf2, direction
```

另请参阅：*LocalToGlobal*

Hammer(the data items)

Hammer 调用 OpticStudio Hammer 优化程序。有关 Hammer 的信息，请参阅[锤形优化算法](The Hammer Optimization algorithm)。语法为：

```
Hammer, n, algorithm
```
其中 n 表示要运行的迭代次数，algorithm 为 0 或 1， 0 表示阻尼最小二乘法， 1 表示正交下降法。返回值为最终的评价函数值。如果返回的评价函数值为 9.0E+009，则表示优化失败，通常是因为无法对镜头或评价函数进行求解。如果 n 小于 1，则 Hammer 更新评价函数中的所有操作数，并且返回当前评价函数值，且不会执行优化。迭代次数应设置足够小，以便算法完成并且在 DDE 通信超时之前返回，否则将发生错误。

ImportExtraData(the data items)

将附加数据和网格表面数据值导入到现有表面中。语法为：
```
ImportExtraData,surf,filename
```
有关 OpticStudio 如何导入附加数据的详细信息，请参阅[附加数据](Extra Data)。有关导入网格表面数据的信息，请参阅[导入网格数据](importing grid data)。

InsertConfig

在多重结构编辑器中插入新的结构。语法为：
```
InsertConfig, config
```
新结构位于参数 config 所指示的位置。另请参阅 DeleteConfig。

InsertMCO(the data items)

在多重结构编辑器中插入新多重结构操作数。语法为：
```
InsertMCO,operand
```
operand 是一个整数，介于 1 和当前多重结构操作数数量加 1 之间。返回值为新的操作数数量。另请参阅 DeleteMCO。

InsertMFO(the data items)

在评价函数编辑器中插入一个新的优化操作数。语法为：
```
InsertMFO, operand
```
operand 是一个整数，介于 1 和当前优化操作数数量加 1 之间。返回值为新的操作数数量。另请参阅 DeleteMFO。

InsertObject(the data items)

插入新的 NSC 物体。语法为：
```
InsertObject,surf,object
```

新的空物体位于参数 surf 和 object 所指示的位置。另请参阅 SetNSCObjectData（用于定义新物体的数据）和 DeleteObject 。

InsertSurface

插入新的表面。语法为：

```
InsertSurface,surf
```

新表面位于参数 surf 所指示的位置。另请参阅 SetSurface（用于定义新表面的数据）和 DeleteSurface 。

LoadDetector

将保存在文件中的数据加载到 NSC 矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器或体探测器物体中。语法为：

```
LoadDetector,surf,object,filename
```

surf 是非序列组件的表面编号；在非序列模式下，surf 使用 1。object 是探测器物体的编号。文件名可包含完整路径，如果没有提供路径，则会使用当前镜头的路径。对于矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体，扩展名应分别为 DDR、DDC、DDP 或 DDV。如果加载成功，则返回值为 0，否则将返回错误代码。

LoadFile

将 一个 OpticStudio 文件加载到服务器。语法为：

```
LoadFile,filename,append
```

请注意，加载文件不会更改 LDE 中显示的数据；服务器程序中具有镜头数据的一个独立副本。要加载的文件名附加到 LoadFile 数据项的名称中，并且必须包含完整路径。例如：“LoadFile,C:\Zemax\SAMPLES\COOKE.ZMX”。

append 可忽略。如果 append 存在并且大于 0，则新文件附加到当前文件中，并从 append 定义的表面编号开始。

在更新了新加载的镜头文件之后，LoadFile 的返回字符串与 GetUpdate 的返回字符串相同。如果返回了 0 以外的值，则表示更新失败，如果返回了 -999，则表示无法加载文件。另请参阅 GetPath、SaveFile 和 PushLens。

LoadMerit

加载 Zemax .MF 或 .ZMX 文件，获取评价函数，并将其存放于服务器加载的镜头中。语法为：

```
LoadMerit, filename
```

请注意，加载评价函数文件不会更改 LDE 中显示的数据；服务器程序具有镜头数据的独立独副本。要加载的文件名附加到 LoadMerit 数据项的名称中，并且必须包含完整路径。例如：“LoadMerit,C:\Zemax\SAMPLES\MyMerit.MF”。返回字符串格式如下：

″number, merit″

其中 number 是评价函数中操作数的编号，merit 是评价函数的值。如果评价函数值为 9.00e+009，则无法对评价函数求值。另请参阅 Optimize、SaveMerit。

LoadTolerance(the data items)

加载先前使用 SaveTolerance 保存的公差文件，并将公差存放于服务器加载的镜头中。语法为：

```
LoadTolerance, filename
```

如果 filename 中没有提供路径，则默认路径为 <data>\Tolerance 文件夹。返回字符串格式如下：

″number″

其中 number 是已加载的公差操作数的编号。

LocalToGlobal(the data items)

将坐标断点从局部转换为全局参考。此命令可将所有坐标断点修改为 3 个坐标断点一组，这样可以在全局坐标中查找指定表面。surf1 和 surf2 定义表面范围。reference 是参考表面编号，必须优先于 surf1。

此数据项的语法为：

```
LocalToGlobal,surf1,surf1,reference
```

另请参阅：*GlobalToLocal*.

MakeGraphicWindow

通知 OpticStudio：图形数据已经写入到一个文件中，现在可以显示为一个 OpticStudio 子窗口。此项的主要目的是在类似 OpticStudio 功能的客户端应用程序中执行用户自定义的功能。项目字符串必须有以下格式：

```
MakeGraphicWindow,filename,modulename,wintitle,textflag,settingsdata
```

或

```
SetSettingsData,0,settingsdata
MakeGraphicWindow,filename,modulename,wintitle,textflag
```

Filename 表示临时文件的完整路径和文件名，此临时文件用于保存图形数据。且临时文件名称与客户端程序文件中命令行的名称相同。Modulename 表示生成图形数据的客户端程序的完整路径和可执行文件名称。wintitle 是一个字符串，用于定义放置在 OpticStudio 窗口顶部的标题。

如果客户端还生成了数据文本文件，则 textflag 应为 1。由于当前数据是图形显示（数据项 MakeGraphicWindow 必须是图形显示）， OpticStudio 需要知道“Text”菜单选项是否可供用户使用。如果文本标记为 0，则表示 OpticStudio 将 “Text”菜单选项灰色显示，且不会允许客户端生成数据的文本文件。

settingsdata 是由空格（并非逗号）隔开的字符串，客户端使用 settingsdata 来定义如何生成图形数据。这些值只能通过客户端使用，而不能通过 OpticStudio 使用。settingsdata 字符串包含在 OpticStudio 的[设置](setting)样式对话框中显示的选项和数据。如果需要的话，可以使用这些 settingsdata 来重新创建数据。数据的总长度不能超过 255 个字符，因此数据项 SetSettingsData 可能会在调用 MakeGraphicWindow 之前使用，来指定 SetSettingsData 字符串，而不是作为 MakeGraphicWindow 的一部分来保存数据。有关 settingsdata 的更多详细信息，请参阅[OpticStudio 调用客户端的方式](How OpticStudio calls the client)。

此数据项字符串的示例如下所示：

```
MakeGraphicWindow,C:\TEMP\ZGF001.TMP,C:\Zemax\FEATURES\CLIENT.EXE,Cli
entWindow,1,0 1 2 12.55
```

表示 OpticStudio 应打开一个图形窗口，显示文件 C:\TEMP\ZGF001.TMP 中存储的数据，并且可以通过调用客户端程序模块 C:\Zemax\FEATURES\CLIENT.EXE 来进行任何更新或设置更改。客户端程序可以生成图形的文本文件，并且 SetSettingsData 字符串（仅由客户端程序使用）为“0 1 2 12.55”。

MakeTextWindow

通知 OpticStudio：文本数据已经写入到一个文件中，现在可以显示为 OpticStudio 子窗口。此数据项的主要目的是在类似 OpticStudio 功能的客户端应用程序中执行用户自定义的功能。项目字符串格式必须如下所示：

```
MakeTextWindow,filename,modulename,wintitle,settingsdata
```

或

```
SetSettingsData, 0, settingsdata
MakeTextWindow, filename,modulename,wintitle
```

Filename 表示临时文件的完整路径和文件名，此临时文件用于保存文本数据。且临时文件名称与客户端程序文件中命令行的名称相同。Modulename 表示生成文本数据的客户端程序的完整路径和可执行文件名称。wintitle 是一个字符串，用于定义放置在 OpticStudio 窗口顶部的标题。

settingsdata 是由空格（并非逗号）隔开的字符串，客户端使用 settingsdata 来定义如何生成文本数据。这些值只能通过客户端使用，而不能通过 OpticStudio 使用。settingsdata 字符串包含在 OpticStudio 的[设置](setting)样式对话框中显示的选项和数据。如果需要的话，可以使用这些 settingsdata 来重新创建数据。数据的总长度不能超过 255 个字符，因此数据项 SetSettingsData 可能会在调用 MakeTextWindow 之前使用，来指定 SetSettingsData 字符串，而不是作为 MakeTextWindow 的一部分来保存数据。有关 settingsdata 的更多详细信息，请参阅[OpticStudio 调用客户端的方式](How OpticStudio calls the client)。

项目字符串示例如下所示：

```
MakeTextWindow,C:\TEMP\ZGF002.TMP,C:\Zemax\FEATURES\CLIENT.EXE,Client
```

```
Window,6 5 4 12.55
```
表示 OpticStudio 应打开一个文本窗口，显示文件 C:\TEMP\ZGF002.TMP 中存储的数据，并且可以通过调用客户端程序模块 C:\Zemax\FEATURES\CLIENT.EXE 来进行任何更新或设置更改。SetSettingsData 字符串（仅由客户端程序使用）为“6 5 4 12.55”。

ModifySettings(the data items)

ModifySettings 用于更改 OpticStudio 设置文件中的特定选项。设置文件由 MakeTextWindow 和 MakeGraphicWindow 使用。此数据项的字符串语法为：

```
ModifySettings, filename, type, value
```

Filename 表示设置文件的完整路径名称。type 是一个助记符，用于定义正在修改的选项值。type 的有效值与 ZPL 宏命令 MODIFY- SETTINGS 中定义的值相同，宏命令的功能与 ModifySettings 针对扩展执行的功能相同。有关类型代码的完整列表，请参阅“MODIFYSETTINGS”。返回值是一个整数代码：0 表示无错误，-1 表示文件无效，-2 表示版本号不正确，-3 表示文件访问冲突。

NewLens

清除当前镜头。当选择“File,New”时，“minimum”镜头与当前镜头数据编辑器中的镜头相同。不会显示保存现有镜头的提示。

NSCCoherentData

通过 NSC 探测器返回数据。语法为：

```
NSCCoherentData,surface,object,pixel,data
```

其中变量与针对“NSDC”中描述的 NSDC 优化操作数定义的变量完全相同。返回值是代表探测器数据的字符串。

NSCDetectorData

通过 NSC 探测器返回数据。语法为：

```
NSCDetectorData,surface,object,pixel,data
```

其中变量与针对“NSDD 中描述的 NSDD 优化操作数定义的变量完全相同，但不支持变量# Ignored（# Ignored 始终假设为 0）。返回值是代表探测器数据的字符串。

NSCLightningTrace

使用 LightningTrace 来追迹一条或所有 NSC 光源中的光线。语法为：

```
NSCLightningTrace, surf, source, ray_sampling, edge_sampling
```

其中变量与针对“NSLT”中描述的 NSLT 宏命令定义的变量完全相同。

NSCTrace

使用各种可选变量来追迹一条或所有 NSC 光源中的光线。语法为：

```
NSCTrace,surf,source,split,scatter,usepolar,ignore_errors,no_rand
om_seed,save, savefilename,filter,zrd_format
```

其中变量与针对“NSTR”中描述的 NSTR 宏命令定义的变量完全相同。

有关在执行长时间计算时的超时限制信息，请参阅[DDE 超时间隔注释](Comments on the DDE timeout interval)。

OpenWindow

OpenWindow 将在 OpticStudio 主屏幕上打开一个新的分析窗口。语法为：

```
OpenWindow,type
```

type 参数是一个长度为 3 个字符的标签，表示要执行的分析的类型。标签区分大小写。

OperandValue

OperandValue 返回任何优化操作数的值，即使操作数不在当前评价函数中。语法为：

```
OperandValue, type, int1, int2, data1, data2, data3, data4, data5, data6
```

变量 type 是操作数的名称，比如 EFFL。其余值是评价函数编辑器使用的常规值；请参阅[优化操作数] (Optimization operands)。不需要补全 0 值。例如，要检索波长 4 的 EFFL，语法为：

```
OperandValue, EFFL, 0, 4
```

Optimize(the data items)

Optimize 可调用 OpticStudio 阻尼最小二乘法优化程序。语法为：

```
Optimize, n, algorithm
```

其中 n 表示要运行的迭代次数，algorithm 为 0 或 1，0 表示阻尼最小二乘法，默认值为 0； 1 表示正交下降法。有关这些算法的信息，请参阅[执行优化](Performing an optimization)。返回值为最后的评价函数值。如果返回的评价函数值为 9.0E+009，则表示优化失败，通常是因为无法对镜头或评价函数进行求解。如果 n 为 0，则优化以自动模式运行。如果 n 小于 0（例如，n = -1），则 Optimize 更新评价函数中的所有操作数，返回当前评价函数值，并且不会执行优化。

有关在执行长时间计算时的超时限制信息，请参阅[DDE 超时间隔注释](Comments on the DDE timeout interval)。

PushLens

语法为：

```
PushLens, flag
```

PushLens 将获取当前服务器内存中加载的镜头，并将其放到镜头数据编辑器中。此操作需要允许用户运行 OpticStudio 程序。要检查或设置此许可状态，请参阅下文中描述的 PushLensPermission 数据项。

在更新了输入的镜头文件之后，返回字符串与 GetUpdate 数据项返回的字符串相同。如果返回了 0 以外的值，则表示更新失败，如果返回了 -999，则表示镜头无法输入到 LDE。

如果 flag 值为 0 或者省略，则不会更新打开的窗口。如果 flag 值为 1，则将更新所有打开的分析窗口。

另请参阅 PushLensPermission、GetPath、GetRefresh、LoadFile 和 SaveFile。

PushLensPermission

语法为：

```
PushLensPermission
```

如果 OpticStudio 设置为接受 PushLens 命令，则 PushLensPermission 返回值为 1，如果 OpticStudio 不允许扩展使用 PushLens，则返回值为 0。只有用户已经在 OpticStudio 中设置了适当的许可时，PushLens 数据项才会成功。要允许 DDE 扩展使用 PushLens，必须选中[允许外部程序修改镜头数据](Allow Extensions To Push Lenses)选项。此选项位于[设置]菜单[项目配置](Project Preference)的[编辑器](Editors)中，并且在 Editors 中进行了描述。PushLens 的正确用法是首先调用 PushLensPermission。如果返回值为 0，则客户端应显示一个对话框，提示用户在继续之前开启[允许外部程序修改镜头数据](Allow Extensions To Push Lenses)选项。

QuickFocus(the data items)

此功能执行光学系统的快速聚焦。语法为：

```
QuickFocus, mode, centroid
```

mode 的值应为 0、1、 2 或 3，分别表示 RMS spot radius、spot x、spot y 或 wavefront OPD。centroid 的值应为 0 或 1，表示计算 RMS 作时，分别以主光线或图像质心作为参考。选择“best”焦点作为所有视场中的波长加权平均值。返回值始终为“OK”。

ReleaseWindow

当 OpticStudio 调用客户端更新或更改客户端函数所使用的设置时，菜单栏在窗口上灰色显示，以

防止同时请求多个更新或设置更改。通常，在客户端代码发送 MakeTextWindow 或 MakeGraphicWindow 时，菜单栏才会再次激活。但是，如果在更新或设置更改的过程中，无法计算新的数据，则必须释放这个窗口。ReleaseWindow 正是用于此目的。如果在更改设置时用户选择“取消”，则客户端代码应发送 ReleaseWindow 数据项以解锁菜单栏。如果未发送这个命令，则窗口无法关闭，这将导致 OpticStudio 不能正常终止。ReleaseWindow 数据项仅采用一个变量：临时文件的名称。语法为：

ReleaseWindow,filename

如果没有任何窗口在使用这个文件名称，则返回值为 0，如果文件正在使用中，则返回一个正整数。

RemoveVariables(the data items)

将当前定义的所有变量设置为固定状态。此数据项不使用任何变量。

SaveDetector(the data items)

将有关 NSC 矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器或体探测器物体的最新数据保存到一个文件中。语法为：

```
SaveDetector,surf,object,filename
```

surf 是非序列件的表面编号；在非序列模式下，surf 设为 1。object 是探测器物体的编号。文件名可包含完整路径，如果没有提供路径，则会使用当前镜头的路径。对于矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体，扩展名应分别为 DDR、DDC、DDP 或 DDV。如果保存成功，则返回值为 0，否则将返回错误代码。

SaveFile

将当前服务器中的镜头保存为一个 OpticStudio 文件。用于保存的文件名附加到 SaveFile 数据项名称后面，文件名必须包含完整路径。例如：“SaveFile,C:\Zemax\SAMPLES\COOKE.ZMX”。在更新了新保存的镜头文件之后，返回字符串与 GetUpdate 数据项返回的字符串相同。如果返回了 0 以外的值，则表示更新失败，如果返回了 -999，则表示无法保存文件。另请参阅 GetPath、GetRefresh、LoadFile 和 PushLens。

SaveMerit(the data items)

将当前评价函数保存为一个 Zemax .MF 文件。语法为：

```
SaveMerit, filename
```

filename 必须包含完整路径名。例如：“SaveMerit,C:\TEMP\MyMerit.MF”。返回字符串格

式如下：
"number"
其中 nu mber 是评价函数中操作数的数量。另请参阅 Optimize 和 LoadMerit。

SaveTolerance(the data items)

将当前镜头的公差保存到一个文件中。语法为：
```
SaveTolerance, filename
```
如果 filename 中没有提供路径，则默认为 <data>\Tolerance 文件夹。返回字符串格式如下：
"number"
其中 number 是已保存的公差操作数的数量。

SetAperture

设置表面孔径数据。语法为：
```
SetAperture, surf, type, min, max, xdecenter, ydecenter, aperturefile
```
返回字符串格式如下：
″type, min, max, xdecenter, ydecenter, aperturefile″
使用整数代码来表示表面孔径类型：0 表示无孔径，1 表示圆形孔径，2 表示圆形遮光，3 表示[含支撑杆孔径] (spider)，4 表示矩形孔径，5 表示矩形遮光，6 表示椭圆孔径，7 表示椭圆遮光，8 表示用户自定义孔径，9 表示用户自定义遮光，10 表示浮动孔径。
椭圆形、矩形和含支撑杆的孔径的最小和最大值拥有与圆形孔径不同的含义，请参阅[孔径类型和其它孔径控制] (Aperture type and other aperture controls)了解详细信息。
如果 SetAperture 用于设置用户自定义的孔径或遮阑，则 aperturefile 必须是以下文件的名称：以两列格式列出用户自定义孔径文件的 x、y 坐标。有关用户自定义孔径的更多信息，请参阅[用户自定义孔径和遮光](User defined apertures and obscurations)。
另请参阅 GetAperture。

SetBuffer

SetBuffer 项用于存储特定客户端的数据，同时创建或更新窗口。缓存区数据用于存储用户选择的选项，而不是使用 MakeTextWindow 或 MakeGraphicWindow 命令行上的设置数据。数据必须是字符串格式。语法为：
```
SetBuffer,1,any text you want......
```
这里提供了 16 个缓存区，编号从 0 到 15，每个缓存区可以使用 SetBuffer,0,.....; SetBuffer,1,.....等等来设置。跟在“SetBuffer,n”后面的文本是存储的唯一文本；最大可以存储 240 个字符。
注意缓存区数据与任何特定窗口无关，除非执行了 MakeTextWindow 或 MakeGraphicWindow 数据

项。一旦 OpticStudio 收到 MakeTextWindow 或 MakeGraphicWindow 数据项，则缓存区数据随后复制到相应的窗口内存中，然后可以使用 GetBuffer 从该窗口中的缓存区中恢复数据。另请参阅 GetBuffer。

SetConfig(the data items)

切换当前结构组态编号，并更新系统。所需结构附加到项名称后面。例如，要切换到结构组态 3，则项名称为“SetConfig,3”。
返回字符串格式如下："currentconfig, numberconfig, error"
currentconfig 表示新的结构编号，介于 1 到 numberconfig 之间。通常，currentconfig 是数据项名称中输入的目标结构，只要它是有效的结构编号。error 与 GetUpdate 项返回的错误代码相同，如果新的结构可追迹，则 error 为 0。另请参阅 GetConfig。

SetExtra

设置附加表面数据。语法为：

```
SetExtra, surf, column, value
```

返回字符串格式如下：value
另请参阅 GetExtra。

SetField

设置视场数据。语法为：

```
SetField, 0, type, number, normalization
```

或

```
SetField, n, xf, yf, wgt, vdx, vdy, vcx, vcy, van
```

如果 n 的值为 0，则视场类型、视场总数量以及视场归一化类型设置为新的数值。视场类型为 0 表示角度，1 表示物高，2 表示近轴像高，3 表示实际像高，4 表示经纬角。视场归一化类型为 0 表示径向，1 表示矩形。
如果 n 是有效的视场编号，介于 1 到视场数量之间，则视场 x 和 y 值、视场权重和渐晕因子都将设置。另请参阅 GetField。返回数据与 GetField, n 的返回数据相同。

SetFloat

将不含表面孔径的所有表面设置为浮动孔径。浮动孔径会对超过半口径的光线进行渐晕。语法为：

```
SetFloat
```

返回值为“OK”。

SetLabel

将整数标签与指定表面相关联。当目标面周围插入或删除新的表面时， OpticStudio 保留其标签。
语法为：

```
SetLabel, surf, label
```

返回值为标签。另请参阅 GetLabel 和 FindLabel。

SetMulticon

在多重结构编辑器中设置数据。要设置多结构数据，语法为：

```
SetMulticon, config, row, value, status, pickuprow, pickupconfig, scale,
offset
```

如果 config 为 0，则可以使用 SetMulticon 来设置多重结构操作数类型和数字数据，语法如下：

```
SetMulticon, 0, row, operand_type, number1, number2, number3
```

返回字符串的格式与 GetMulticon 所定义的相同。[多重结构操作数概要](Summary of multi-configuration operands)中介绍了 number 的用法。
另请参阅 GetMulticon。

SetNSCObjectData

设置 NSC 物体的各种数据。语法为：

```
SetNSCObjectData, surf, object, code, data
```

surf 和 object 分别表示表面编号和物体编号。code 表示"GetNSCObjectData"的说明表中定义的其中一个整数值。在应用新数据后，其返回的值与 GetNSCObjectData 返回的值相同。另请参阅 SetNSCObjectFaceData。

SetNSCObjectFaceData

设置 NSC 物体各个面的各种数据。语法为：

```
SetNSCObjectFaceData, surf, object, face, code, data
```

surf 和 object 分别表示表面编号和物体编号。face 是整数形式的面编号。code 是"GetNSCObjectFaceData"的说明表中定义的其中一个整数值。在应用新数据后，其返回的值与 GetNSCObjectFaceData 返回的值相同。

SetNSCPosition(the data items)

设置 NSC 物体的位置数据。语法为：

```
SetNSCPosition, surf, object, code, data
```
surf 和 object 分别表示表面编号和物体编号。code 为 1 到 7，分别表示 x、y、z、x 倾斜、y 倾斜、z 倾斜和材料。data 是数字（代码 1 到 6）和字符串（代码 7）。如果使用代码 7，即使材料名称理解为字符串，也不能在引号中输入。在应用了新数据之后，其返回值是 GetNSCPosition 的返回值。另请参阅 GetNSCPosition。

SetNSCParameter(the data items)

设置 NSC 物体的参数数据。语法为：
```
SetNSCParameter, surf, object, parameter, data
```
surf 和 object 分别表示表面编号和物体编号。Parameter 表示整数形式的参数编号，data 是该参数的新数值。在应用了新数据之后，返回值是 GetNSCParameter 的返回值。另请参阅 GetNSCParameter。

SetNSCProperty(the data items)

模拟 ZPL 关键字 SETNSCPROPERTY（参阅“SETNSCPROPERTY”）。语法为：
```
SetNSCProperty, surface, object, code, face, value
```
surface 和 object 分别表示表面编号和物体编号；code 表示用于确定 NSC 物体数据的特定类型的整数代码，如“SETNSCPROPERTY”中所述。Face 表示特定物体的某个面。value 是字符串或数值，取决于正在设置数据的属性。在应用了新数据之后，其返回值与 GetNSCProperty 的返回值相同。
另请参阅 GetNSCProperty。

SetNSCSettings

设置非序列交点的最大数目、段数、嵌套数目、光线追迹绝对阈值强度、光线追迹相对阈值强度 、胶合距离、截止光线长度以及用于 NSC 光线追迹的忽略错误标记。语法为：
```
SetNSCSettings, MaxInt, MaxSeg, MaxNest, MinAbsI, MinRelI, GlueDist,
MissRayDist, IgnoreErrors
```
返回值与 GetNSCSettings 的返回值相同。由于 MaxSeg 可能需要大量内存 RAM，因此需要通过检查返回的字符串来验证是否已接受新的数值。
另请参阅 GetNSCSettings。

SetNSCSolve

设置 NSC 位置和参数数据上的求解类型。语法为：
```
SetNSCSolve, surface, object, parameter, solvetype, pickupobject,
pickupcolumn, scale, offset
```

对于 x、y 和 z 位置以及 x、y 和 z 倾斜数据，分别使用参数值 -1 到 -6。solvetype 为 0 表示固定，1 表示变量，2 表示跟随。如果 solvetype 是跟随求解，则其余变量是跟随物体编号、跟随列编号（对于当前列，保留为 0）以及缩放和偏移值。返回值与 GetNSCSolve 的返回值相同。

另请参阅 GetNSCSolve。

SetOperand(the data items)

评价函数编辑器中设置操作数数据。语法为：

```
SetOperand, row, column, value
```

row 为评价函数编辑器中的操作数行编号。column 为 1 表示类型，2 表示整数 1，3 表示整数 2，4 到 7 表示数据 1 到数据 4，8 表示目标值，9 表示权重，10-11 表示数据 5-6。返回字符串与 GetOperand 的返回字符串相同。要设置操作数类型，请使用 column=1，此时 value 可使用操作数的名称，如“EFFL”。

要在调用 SetOperand 之后更新评价函数，请使用 Optimize 数据项，并将迭代数设置为 -1。另请参阅 GetOperand 和 Optimize。

SetPolState

设置用户定义的默认偏振状态。数据的格式如下：

```
SetPolState, nIsPolarized, Ex, Ey, Phax, Phay
```

有关完整描述，请参阅 GetPolState。

SetSettingsData

调用 MakeGraphicWindow 或 MakeTextWindow 之前，在临时存储中设置窗口使用的设置数据。可以使用 GetSettingsData 来恢复数据。语法为：

```
SetSettingsData, number, data
```

目前，仅支持 number= 0。将来可以使用 number 扩展功能。另请参阅[OpticStudio 调用客户端的方式](How OpticStudio calls the client)和 GetSettingsData。

SetSolve

设置求解数据，并返回有关表面上新求解的数据。语法为：

```
SetSolve,surface,code,data...
```

其中 code 与 GetSolve 中的定义相同，data 与 GetSolve 定义的参数相同。参数列表取决于 code 列表。返回字符串与 GetSolve 针对新定义求解数据返回的字符串相同。

SetSurfaceData

设置表面数据。项目名称格式如下：

```
SetSurfaceData, surf, code, data
```

或

```
SetSurfaceData, surf, code, data, arg2
```

code 与 GetSurfaceData 中定义的 code 值相同。要将表面类型设置为用户自定义的表面，请使用代码 9 来发送新 DLL 名称，而不是通过设置表面类型。返回字符串是新设置的表面数据，格式与 GetSurfaceData 项中定义的格式相同。另请参阅 GetSurfaceData 和 SetSurfaceParameter。

SetSurfaceParameter

设置表面参数数据。项目名称格式如下：

```
SetSurfaceParameter, surf, parm, newvalue
```

其中 surf 为表面编号，para 为参数编号。返回值与 GetSurfaceParameter 的返回值相同。另请参阅 SetSurfaceData 和 GetSurfaceParameter。

SetSystem

设置系统数据。语法为：

```
SetSystem, unitcode, stopsurf, rayaimingtype, useenvdata,
temp, pressure,globalrefsurf
```

返回字符串的格式与 GetSystem 所定义的相同。有关变量的详细信息，请参阅 GetSystem 。将忽略 useenvdata 的值。

SetSystemAper

设置系统孔径数据。语法为：

```
SetSystemAper, type, stopsurf, aperture_value
```

返回字符串的格式与针对 GetSystemAper 所定义的相同。有关变量的详细信息，请参阅 GetSystemAper 。

SetSystemProperty

模拟 ZPL 关键字 SETSYSTEMPROPERTY。语法为：

```
SetSystemProperty code, value1, value2
```

code 是一个整数值，用于定义所请求的特定系统属性。有关这些代码的列表，请参阅“SETSYSTEMPROPERTY, SYSP”。返回字符串格式与 GetSystemProperty 定义的相同。

另请参阅 GetSystemProperty。

SetTol(the data items)

设置公差操作数数据。语法为：

```
SetTol, n, col, value
```

其中 n 是公差操作数类型，col 为 1 表示类型，2 到 4 表示整数 1 到整数 3，5 表示最小值，6 表示最大值。返回字符串的格式与 GetTol 定义的相同。
另请参阅 GetTol。

SetUDOData

已废弃，请参阅下文中的 SetUDOItem。

SetUDOItem

用于将客户端程序计算好的一份数据传递到 OpticStudio 优化程序。在执行用户自定义操作数 (UDO) 时，只能将使用一次此数据项。有关 UDO 的描述，请参阅[通过外部编译的程序进行优化](Optimizaing with externally compiled programs)。SetUDOItem 的语法为：

```
SetUDOItem, buffercode, datanumber, data
```

其中 buffercode 是通过命令行传递到 UDO 的整数，data 是正在传递的数据项编号。在发送最后一个数据项之后，必须首先使用 CloseUDOData 关闭缓存区，然后优化才能继续。一个典型的定义可能包含的以下数据项信息：

```
SetUDOItem, buffercode, 0, value0
SetUDOItem, buffercode, 1, value1
SetUDOItem, buffercode, 2, value2
CloseUDOData, buffercode
```

另请参阅 GetUDOSystem。

SetVig(the data items)

设置渐晕因子。有关更多信息，请参阅[渐晕因子](Vignetting factors)。不需要任何变量。SetVig 始终返回“OK”。

SetWave

设置波长编号数据。语法为：

```
SetWave, 0, primary, number
```
或
```
SetWave, n, wavelength, weight
```
如果 n 为 0，则设置主波长编号 primary 和波长总数量 number 为新的整数值。如果 n 是有效的波长编号，则同时设置波长（以微米为单位）和波长权重。另请参阅 GetWave。返回数据与 GetWave, n 的返回数据相同。

WindowMaximize

最大化 OpticStudio 主窗口或者 OpticStudio 当前显示的任何分析窗口。语法为：
```
WindowMaximize, winnum
```
winnum 使用 0 可最大化 OpticStudio 主窗口，或者使用整数形式的窗口编号来最大化指定分析窗口。

WindowMinimize

将 OpticStudio 主窗口最小化为一个图标。有关详细信息，请参阅 WindowMaximize。

WindowRestore

将 OpticStudio 主窗口恢复为先前的大小和位置。有关详细信息，请参阅 WindowMaximize。

[追迹大量光线](Tracing large numbers of Rays)

如果只需要追迹少量光线，使用 DDE 项是比较简单快捷的，如 GetTrace 或 GetPolTrace。但是，如果需要追迹 100 到 500 条光线，则使用数组光线追迹方法会更加快速。
与一次追迹一条光线不同，可以先创建一个数组，包含所有要追迹的光线，然后把整个数组一次性传递到 OpticStudio， OpticStudio 随后追迹所有光线，并将整个数组传回客户端。
此方法可模拟 GetTrace、GetTraceDirect、GetPolTrace 和 GetPolTraceDirect 的功能，并且增加了一次追迹任何数量光线的功能，尽管在编程上有些复杂。
需要 以下 2 步。
1) 用必需数据来填充数组结构
2) 将数组传递给 OpticStudio

[第 1 步：将光线数据置于数组中](Step1:Placing the Ray Data in the Array)

将待追迹光线列表的数据置于以下格式的结构数组中：

```
typedef struct
      {
      double x, y, z, l, m, n, opd, intensity;
      double Exr, Exi, Eyr, Eyi, Ezr, Ezi;
      int wave, error, vigcode, want_opd;
      }DDERAYDATA;
```

在客户端程序内，将通过以下声明来创建 DDERAYDATA 类型的数组：

```
DDERAYDATA MyData[101];
```

支持四种追迹模式，编号从 0 到 3，它们分别对应于 GetTrace（模式 0）、GetTraceDirect（模式 1）、GetPolTrace（模式 2）和 GetPolTraceDirect（模式 3）。每个模式要求 DDERAYDATA 结构中放置略有不同的数据集。模式是由数组位置 0 中的 opd 参数来设置。

每条光线需要 1 个数组元素。如果需要追迹“n”条光线，则数组结构 1 到 n 将用于保存此 n 条光线的数据。数组位置 0 通常用于放置某些需要通过数组传递的标题数据。

[模式 0：类似于 GetTrace](Mode0: Similar to GetTrace)

类似于 GetTrace，光线是由相对视场和光瞳坐标、波长、模式（实际光线模式= 0 或者近轴光线模式 = 1）以及光线追迹的目标表面来定义。在追迹光线之前，应修改数组位置 1 至 n 中的内容，来定义每条光线。视场、光瞳和波长编号数据全都存储在阵列中的适当位置，如下所示：

```
MyData[i].x = hx;
MyData[i].y = hy;
MyData[i].z = px;
MyData[i].l = py;
MyData[i].m = 0.0; /* ignored on input */
MyData[i].n = 0.0; /* ignored on input */
MyData[i].opd = 0.0; /* ignored on input */
MyData[i].intensity = 1.0; /* initial intensity */
MyData[i].Exr = 0.0; /* on output, x cosine of the surface normal */
MyData[i].Exi = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Eyr = 0.0; /* on output, y cosine of the surface normal */
MyData[i].Eyi = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Ezr = 0.0; /* on output, z cosine of the surface normal */
MyData[i].Ezi = 0.0; /* ignored */
MyData[i].wave = wavenumber;
MyData[i].error = 0; /* must initially be zero */
MyData[i].vigcode = 0; /* must initially be zero */
MyData[i].want_opd = 0; /* 0 if OPD data is not needed, 1 if it is */
```

注意，参数 i 应介于 1 到 光线数量 n 之间。数组可以为任意大小，但一次不要追迹太多的光线，因为如果要终止光线追迹，则会很难接受用户中断。初始强度可以按照出现的任何光瞳切趾或表面切趾进行缩放。注意，模式 0 需要考虑光瞳切趾，而模式 1 则不需要考虑。

数组位置 0 通常用于放置所有光线的其它数据。数组位置 0 中的数据用于向 OpticStudio 表明使用的模式、光线数量和要进行光线追迹到的目标表面。将数据按如下所示格式放置在数组中：

```
MyData[0].x = 0.0; /* ignored */
MyData[0].y = 0.0; /* ignored */
MyData[0].z = 0.0; /* ignored */
```

```
MyData[0].l = 0.0; /* ignored */
MyData[0].m = 0.0; /* ignored */
MyData[0].n = 0.0; /* ignored */
MyData[0].opd = 0; /* sets mode 0 */
MyData[0].intensity = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Exr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Exi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Eyr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Eyi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Ezr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Ezi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].wave = mode; /* 0 for real rays, 1 for paraxial rays */
MyData[0].error = numrays; /* the number of rays in the array */
MyData[0].vigcode = 0; /* must initially be zero */
MyData[0].want_opd = lastsurf; /* -1 for image, or any valid surface number */
```

光线数量必须设置在 error 变量中。请注意，对 DDERAYDATA 类型数组的任何声明都必须比光线数量大 1，因为数组位置 0 保留用于存储以上所述数据。数组中的所有光线都必须使用同一个模式追迹到同一个表面，但它们可以具有不同波长、视场以及光瞳坐标。

如果变量 want_opd 为 0，则将计算这条光线的通用 x、y、z、l、m、n 数据。如果 want_opd 是 0 以外的任何值，则将返回光线的 OPD 以及通用数据。计算 OPD 会比常规光线追迹花费更多的时间，OpticStudio 仅在收到 want_opd 不为 0 的请求时才会执行此额外计算。

对于客户端程序，计算 OPD 也更加复杂，因为 OPD 表示光程差，这意味着必须追迹两条光线，而不是仅仅一条光线。要计算任意光线的 OPD，OpticStudio 必须追迹主光线，再追迹任意光线，然后将两条光线的相位相减，以获取 OPD。但并不是重复追迹同一条主光线，这样速度会很慢，通常是只追迹一次主光线，然后从每个后续光束中减去主光线的相位。OpticStudio 使用 want_opd 参数的符号来指定应该完成的计算。如果 want_opd 小于 0（如 -1），则会同时追迹主光线和指定光线，并且 OPD 表示当前波长下两条光线之间的相位差。如果 want_opd 大于 0，则将使用最新追迹的主光线数据。因此，只要主光线改变，want_opd 标记便应该为 -1；若所有后续光线都不需要再次追迹主光线，则 want_opd 为 +1。通常，仅当视场坐标或波长更改时，主光线才会更改。如果从同一个视场点出发追迹多条光线，则这种方法要快得多，许多大量光学分析计算的情况都是这样的。

仅当最后一个表面是像面时才能计算 OPD，否则，OPD 值将为 0。

[模式 1: 类似于 GetTraceDirect](Mode 1: Similar to GetTraceDirect)

类似于 GetTraceDirect，光线是由任何起始面上的 x、y、z、l、m、n 坐标以及波长、模式（实际光线模式= 0 或者近轴光线模式 = 1）以及光线追迹的目标表面来定义。在追迹光线之前，应修改数组位置 1 至 n 中的内容，来定义每条光线。视场、光瞳和波长编号数据全都存储在数组中的适当位置，如下所示：

```
MyData[i].x = x;
MyData[i].y = y;
MyData[i].z = z;
MyData[i].l = l;
MyData[i].m = m;
MyData[i].n = n;
```

```
MyData[i].opd = 0.0; /* ignored on input */
MyData[i].intensity = 1.0; /* initial intensity */
MyData[i].Exr = 0.0; /* on output, x cosine of the surface normal */
MyData[i].Exi = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Eyr = 0.0; /* on output, y cosine of the surface normal */
MyData[i].Eyi = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Ezr = 0.0; /* on output, z cosine of the surface normal */
MyData[i].Ezi = 0.0; /* ignored */
MyData[i].wave = wavenumber;
MyData[i].error = 0.0; /* must initially be zero */
MyData[i].vigcode = 0.0; /* must initially be zero */
MyData[i].want_opd = 0; /* ignored */
```

注意，参数 i 应介于 1 到 光线数量 n 之间。数组可以为任意大小，但一次不要追迹太多的光线，因为如果要终止光线追迹，则会很难接受用户中断。初始强度可以按照出现的任何光瞳切趾或表面切趾进行缩放。注意，模式 0 需要考虑光瞳切趾，而模式 1 则不需要考虑。

数组位置 0 通常用于放置所有光线的其它数据。在追迹光线之前，应修改数组位置 1 至 n 中的内容，来定义每条光线。视场、光瞳和波长编号数据全都存储在数组中的适当位置，如下所示：

```
MyData[0].x = 0.0; /* ignored */
MyData[0].y = 0.0; /* ignored */
MyData[0].z = 0.0; /* ignored */
MyData[0].l = 0.0; /* ignored */
MyData[0].m = 0.0; /* ignored */
MyData[0].n = 0.0; /* ignored */
MyData[0].opd = 1; /* sets mode 1 */
MyData[0].intensity = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Exr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Exi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Eyr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Eyi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Ezr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Ezi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].wave = mode; /* 0 for real rays, 1 for paraxial rays */
MyData[0].error = numrays; /* the number of rays in the array */
MyData[0].vigcode = startsurf; /* the surface on which the coordinates start */
MyData[0].want_opd = lastsurf; /* -1 for image, or any valid surface number */
```

在其它情况下，这种模式与模式 0 相同。但这种模式中不允许计算 OPD。

[模式 2：类似于 GetPolTrace](Mode 2: Similar to GetPolTrace)

此模式与 GetPolTrace 非常类似。在可以追迹光线之前，应在数组位置 1 至 n 中修改阵列以包含每条光线的定义。视场、光瞳和波长编号数据均存储在阵列中的适当位置，如下所示：

```
MyData[i].x = hx;
MyData[i].y = hy;
MyData[i].z = px;
MyData[i].l = py;
MyData[i].m = 0.0; /* ignored */
MyData[i].n = 0.0; /* ignored */
MyData[i].opd = 0.0; /* ignored */
MyData[i].intensity = 1.0; /* initial intensity */
```

```
MyData[i].Exr = Exr /* Electric field X real */
MyData[i].Exi = Exi /* Electric field X imaginary */
MyData[i].Eyr = Eyr /* Electric field Y real */
MyData[i].Eyi = Eyi /* Electric field Y imaginary */
MyData[i].Ezr = Ezr /* Electric field Z real */
MyData[i].Ezi = Ezi /* Electric field Z imaginary */
MyData[i].wave = wavenumber;
MyData[i].error = 0.0; /* must initially be zero */
MyData[i].vigcode = 0.0; /* must initially be zero */
MyData[i].want_opd = 0; /* ignored */
```

注意，参数 i 应介于 1 到 光线数量 n 之间。数组可以为任意大小，但一次不要追迹太多的光线，因为如果要终止光线追迹，则会很难接受用户中断。

intensity 参数用于返回光线的相对透射强度。如果所有六个电场值均为 0，则 OpticStudio 将使用数组位置 0 中提供的 Ex 和 Ey 值来确定电场。否则，使用这六个值来定义电场。定义的电场矢量必须正交于光线矢量，否则将产生错误的光线追迹。即使已经为每条光线定义这六个值，也仍然需要为数组位置 0 中的 Ex 和 Ey 定义值，否则将产生无偏振光的光线追迹。

数组位置 0 通常用于放置所有光线的其它数据。数组位置 0 中的数据用于向 OpticStudio 表明使用的模式、光线数量和要进行光线追迹到的目标表面。将数据按如下所示格式放置在数组中：

```
MyData[0].x = Ex; /* Electric field amplitude in x */
MyData[0].y = Ey; /* Electric field amplitude in y */
MyData[0].z = Phax; /* Phase in degrees for Ex */
MyData[0].l = Phay; /* Phase in degrees for Ey */
MyData[0].m = 0.0; /* ignored */
MyData[0].n = 0.0; /* ignored */
MyData[0].opd = 2; /* sets mode 2 */
MyData[0].intensity = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Exr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Exi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Eyr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Eyi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Ezr = 0.0; /* ignored */
MyData[0].Ezi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].wave = mode; /* 0 for real rays, 1 for paraxial rays */
MyData[0].error = numrays; /* the number of rays in the array */
MyData[0].vigcode = 0; /* must initially be zero */
MyData[0].want_opd = lastsurf; /* -1 for image, or any valid surface number */
```

在其它情况下，这种模式与模式 0 相同。

[模式 3:类似于 GetPolTraceDirect](Mode 3: Similar to GetPolTraceDirect)

类似于 GetPolTraceDirect，光线是由任何起始面上的 x、y、z、l、m、n 坐标以及波长、模式（实际光线模式= 0 或者近轴光线模式 = 1）以及光线追迹的目标表面来定义。在追迹光线之前，应修改数组位置 1 至 n 中的内容，来定义每条光线。视场、光瞳和波长编号数据全都存储在数组中的适当位置，如下所示：

```
MyData[i].x = x;
MyData[i].y = y;
MyData[i].z = z;
```

```
MyData[i].l = l;
MyData[i].m = m;
MyData[i].n = n;
MyData[i].opd = 0.0; /* ignored */
MyData[i].intensity = 1.0; /* initial intensity */
MyData[i].Exr = Exr /* Electric field X real */
MyData[i].Exi = Exi /* Electric field X imaginary */
MyData[i].Eyr = Eyr /* Electric field Y real */
MyData[i].Eyi = Eyi /* Electric field Y imaginary */
MyData[i].Ezr = Ezr /* Electric field Z real */
MyData[i].Ezi = Ezi /* Electric field Z imaginary */
MyData[i].wave = wavenumber;
MyData[i].error = 0.0; /* must initially be zero */
MyData[i].vigcode = 0.0; /* must initially be zero */
MyData[i].want_opd = 0; /* ignored */
```

注意，参数 i 应介于 1 到 光线数量 n 之间。数组可以为任意大小，但一次不要追迹太多的光线，因为如果要终止光线追迹，则会很难接受用户中断。

intensity 参数用于返回光线的相对透射强度。如果所有六个电场值均为 0，则 OpticStudio 将使用数组位置 0 中提供的 Ex 和 Ey 值来确定电场。否则，使用这六个值来定义电场。定义的电场矢量必须正交于光线矢量，否则将产生错误的光线追迹。即使已经为每条光线定义这六个值，也仍然需要为数组位置 0 中的 Ex 和 Ey 定义值，否则将产生无偏振光的光线追迹。
数组位置 0 通常用于放置所有光线的其它数据。数组位置 0 中的数据用于向 OpticStudio 表明使用的模式、光线数量和要进行光线追迹到的目标表面。将数据按如下所示格式放置在数组中：

```
MyData[0].x = Ex; /* Electric field amplitude in x */
MyData[0].y = Ey; /* Electric field amplitude in y */
MyData[0].z = Phax; /* Phase in degrees for Ex */
MyData[0].l = Phay; /* Phase in degrees for Ey */
MyData[0].m = 0.0; /* ignored */
MyData[0].n = 0.0; /* ignored */
MyData[0].opd = 3; /* sets mode 3 */
MyData[0].intensity = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Exr = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Exi = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Eyr = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Eyi = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Ezr = 0.0; /* ignored */
MyData[i].Ezi = 0.0; /* ignored */
MyData[0].wave = mode; /* 0 for real rays, 1 for paraxial rays */
MyData[0].error = numrays; /* the number of rays in the array */
MyData[0].vigcode = startsurf; /* the surface on which the coordinates start */
MyData[0].want_opd = lastsurf; /* -1 for image, or any valid surface number */
```

在其它情况下，这种模式与模式 0 相同。

[模式 5：用于追迹非序列光线](Mode 5: For Tracing Non-Sequential Rays)

模式 5 用于定义和追迹非序列组件中的光线。与其它模式不同的是，追迹 NSC 光线时，没有任何

基于文本的命令，并且一次仅能追迹一条光线。但是，这一条光线可以分光或者散射成多条光线路径，模式 5 将全部追迹这些路径并返回光线数据的完整树。

要定义起始光线，请使用数组位置 0。将数据按如下所示格式放置在数组中：

```
MyData[0].x = 0.0; /* starting x coordinate */
MyData[0].y = 0.0; /* starting y coordinate */
MyData[0].z = 0.0; /* starting z coordinate */
MyData[0].l = 0.0; /* starting x direction cosine */
MyData[0].m = 0.0; /* starting y direction cosine */
MyData[0].n = 1.0; /* starting z direction cosine */
MyData[0].opd = 5+nMaxSegments; /* sets mode 5, see comments below */
MyData[0].intensity = 1.0; /* initial intensity */
MyData[0].Exr = 0.0; /* initial E field if doing pol ray tracing */
MyData[0].Exi = 0.0;
MyData[0].Eyr = 0.0;
MyData[0].Eyi = 0.0;
MyData[0].Ezr = 0.0;
MyData[0].Ezi = 0.0;
MyData[0].wave = 0; /* wavelength number, use 0 for randomly selected by weight */
MyData[0].error = 1; /* NSC group surface, 1 if the program mode is NSC */
MyData[0].vigcode = 0; /* controls polarization, split, and scatter */
MyData[0].want_opd = 0; /* the inside of flag, use 0 if ray is not inside anything */
```

仅数组位置 0 用于定义起始光束。OpticStudio 将通过 NSC 组件来追迹光线，并且用光线数据来填充剩余的数组位置。由于光线可以分光或散射为多个子光线，因此可能返回非常多的线段。数值 nMaxSegments 表示 OpticStudio 要返回数组允许的最大尺寸。数组应该足够大，以保存至少 nMaxSegments 个元素。OpticStudio 当前光学系统正在使用的的 nMaxSegments 值是由 GetNSCSettings 命令确定的。

如果使用了偏振光追迹，则必须提供初始电场值。用户应用程序必须确保已定义的矢量与光线传播矢量正交，并且要确保所产生的强度与起始强度值匹配，否则将产生不正确的光线追迹结果。

整数 vigcode 确定要使用偏振光追迹、光线分裂还是散射。确定 vigcode 值时，用 0 表示无偏振，1 表示偏振，如果使用光线分裂，则 vigcode 为 +2，如果使用散射，vigcode 则为 +4。产生的整数将在 0 到 7 之间（包含首尾值）。注意，如果要使用光线分裂，则必须同时使用光线偏振。

want_opd 标记表示光线的起始位置。如果 want_opd 为 0，则假定光线不从任何物体开始。否则，光线从指定物体编号所定义的介质内部开始。这等同于 OpticStudio 中 NSC 编辑器中设置的“inside of”标记。

传递到 OpticStudio 的数组与其他模式一样，请参阅[第 2 步：将数组传递到 Opticstudio](Step 2: Pass the Array to OpticStudio)。当光线追迹完成时，数组中将包含全部光线树。数组元素 0 还包含数组元素 want_opd 中存储的 segments 总数：

```
nNumRaySegments = MyData[0].want_opd;
```

其它值的说明如下：

```
i                 =                the                segment                number
MyData[i].wave                   =                   segment                 level
MyData[i].want_opd                 =                  segment                parent
MyData[i].vigcode          =          inside          of          object          number
```

```
MyData[i].error              =              hit              object              number
MyData[i].x,.y,.z,.l,.m,.n      =      the      ray      coordinates      and      cosines
MyData[i].intensity             =             the             ray             intensity
MyData[i].opd = the path length to the hit object
```

另请参阅 GetNSCSettings 和 SetNSCSettings。

[第 2 步：将数组传递到 OpticStudio](Step 2: Pass the Array to OpticStudio)

一旦定义了所有光线，必须将数组发送到 OpticStudio 服务器。要执行此操作，一种简单方法是使用 ZCLIENT PostArrayTraceMessage 函数：

```
PostArrayTraceMessage(szBuffer, RD);
```

RD 变量是指向保存光线列表的 DDERAYDATA 数组的指针。OpticStudio 服务器将追迹所有光线并将数据传回到同一个数组中。有关代码示例的更多信息，请参阅本章结尾的[客户端程序示例](a sample client program)。

请注意，一个扩展所要求一次追迹的光线数决不能超过 zclient.c 代码中指定超时周期内可以追迹的光线数。如果对 PostArrayTraceMessage 的一次调用中追迹的光线数超过了 DDE_TIMEOUT 所允许的时间内可以追迹的光线数，则会发生错误，并且 PostArrayTraceMessage 将返回 -1。如果光线追迹成功，则 PostArrayTraceMessage 将返回 0。用户在编程时，最好是一次追迹一组少量光线（约 1000 到 5000 条）。这样一次性追迹较少数量的光线，使用 PostArrayTraceMessage 进行多次调用的耗时（overhead）可以忽略不计。

有关执行长时间计算时超时限制的信息，请参阅[有关 DDE 超时间隔的注解](Comments on the DDE timeout interval)。

[OpticStudio 调用客户端的方式](How OpticStudio Calls the Client)

OpticStudio 将在 <program>\Extend 文件夹中查找扩展程序（参阅[文件夹](Folders)）。此文件夹中每个以.EXE 扩展名结尾的程序都假设是有效的 OpticStudio 扩展程序。扩展程序的名称置于[编程菜单](Programing Tab)的[扩展](Extensions)栏目中[扩展程序列表](Extension List)的下拉菜单中。

当从菜单中选择了任何一个列出的扩展名称时，OpticStudio 将使用以下语法来执行扩展程序：

programname textflag optionsflag tempfile {setting data}

Programname 是可执行程序的完整路径，例如“C:\Zemax\EXTENSIONS\DDE_DE- MO.EXE”。

参数 textflag 初始时总是为 0。OpticStudio 针对扩展使用的约定与针对内部功能使用的约定相同：如果这个功能同时生成图形和文本格式的输出，则首先显示图形窗口。如果这个功能没有图形显

示，则显示文本窗口。如果扩展程序可以生成图形文件，并且是用户要求的，则扩展必将生成图形文件。用户可以单击“text”，以在新窗口中查看文本。如果出现这种情况，则 OpticStudio 将在文本标记设置为 1 的情况下重新调用扩展。如果扩展程序只需要生成文本，则它可生成文本文件，并通过发送 MakeTextWindow 数据项来打开此文本文件。除非扩展明确指出可以支持文本模式，否则 OpticStudio 从不会将 textflag 设置为 1；这就是 MakeGraphicWindow 会返回一个标记来表示是否支持文本功能，以及 OpticStudio 总是首先使用图形模式的原因。

如果用户不希望查看“设置(setting)”框，则可以将 optionsflag 设置为 0；如果用户希望查看，则可将其设置为 1。可以通过两种方式来设置此标记：用户单击已打开的窗口上的“setting”，或者用户从 OpticStudio 中的[环境](Environment)选项中选择[新建绘图时显示设置](Show Options First)。在后面一种情况下，需要在初次完成计算之前显示设置框。如果设置了这个标记，则扩展程序必须使用对话框或其它界面来提示用户设置选项。如果没有任何用户定义的选项，则应显示一个消息框说明[此窗口没有任何选项](This windows has no options)。

tempfile 是用于保存扩展所生成数据的临时文件的完整路径和文件名。最开始，这个文件是不存在的，需要扩展程序来创建此文件，并将文本或图形数据写入到这个文件中，然后根据情况来调用 MakeTextWindow 或 MakeGraphicWindow。如果用户正在更新现有窗口，则表明此文件已经存在，并且会被覆盖。不能打开和读取这个文件，因为数据可能与扩展程序之前存储的数据不同了。特别是，OpticStudio 对创建图形文件的扩展程序进行某些转换。任何其它文件不能用于输出，因为 OpticStudio 会对正在更新的窗口保留其原始临时文件名。可以通过单次调用扩展程序，一次只能创建一个窗口。

当 OpticStudio 从扩展程序中接收到 MakeTextWindow 或 MakeGraphicsWindow 请求时，单位名称中代码的其中一个变量表示扩展程序定义值的字符串，由空格分隔。此字符串用于保存扩展程序所需设置的[设置数据] (setting data)，比如表面编号、视场、波长或者为窗口计算的其它数据。当 OpticStudio 更新窗口时，它将调用扩展程序，并返回给扩展程序所需的设置数据字符串。

重要的是，扩展程序不会自动将设置数据存储在一个文件中。这是因为 OpticStudio 可能一次打开多个文本和图形窗口，它们全部使用相同扩展代码来生成显示的数据。例如，用于计算和显示单个表面光焦度的扩展程序可以由多个窗口同时使用，每个窗口用于不同的表面。只有 OpticStudio 知道哪个窗口在使用哪个设置数据；并且在命令行上传递这些数据。在初次调用扩展程序时，不会提供设置数据字符串，所以扩展程序必须定义自身的默认设置。

由于 DDE 数据项不能超过 255 个字符，因此最好使用 SetSettingsData，而不是返回附加在 MakeGraphicsWindow 或 MakeTextWindow 命令之后的设置数据。如果扩展程序使用 SetSettingsData 来存储窗口的设置数据，则在需要时，可使用 GetSettingsData 来恢复数据。

[生成文本窗口](Generating a text Windows)

通过 MakeTextWindow 数据项即可生成 OpticStudio 文本窗口。首先，使用 C 语言的 fopen 函数来打开传递到扩展程序的文件名，并以“wt”作为“write text” 模式。然后，将数据输出到文件中，关闭文件，并发送数据项 MakeTextWindow 到 OpticStudio。OpticStudio 在不进行任何修改或注释

的情况下，对数据进行读取并显示。文本代码示例如下所示：

```
FILE *out;
out = fopen(szFile, "wt");
fputs("Write this line\n", out);
fclose(out);
```

不要忘记关闭文件！

[生成图形窗口](Generating a Graphic Window)

扩展程序通过将图形格式数据写入到命令行提供的临时文件中，来生成一个图形窗口。创建图形数据所使用的脚本语言类似于 ZPL 宏语言或注释功能所使用的脚本语言。
所有 OpticStudio 图形都写入在一个虚拟屏幕上，其坐标是 1.00（宽）x1.00（高），原点 (0, 0)位于左下角。屏幕纵横比通常是 4（宽）x3（高）或者是 5（宽）x3（高），这取决于用户[配置选项](preference)。因此，正在绘制的虚拟像素的宽度大于高度。
脚本文件中每一行之后必须跟随换行符“\n”。在写入文件所有的图形命令之后，应关闭文件禁止继续写入。
OpticStudio 支持以下图形脚本命令。

ADDRESS

语法：ADDRESS

address 命令将在图形的右下角显示地址框，除非用户选择不显示此地址框。

BOX

语法：BOX x1 y1 x2 y2

BOX 命令将绘制四条线，用于连接矩形的四个点。坐标是矩形的左下和右上坐标。

DATA(generating a graphic window)

语法：DATA n "string"

DATA 命令接受 0 到 5 之间的整数变量以及文本字符串。整数变量表示应在数据框的哪一行中写入字符串。通常，镜头名称从第 0 行开始，数据从第 1 行开始。LENSNAME 和 DATE 命令会自动执行此操作。DATA 命令允许将任一字符串放置在任意一行中。

DATE

语法：DATE
当前日期和时间一般写在图形标题下数据框中的第二行上。此命令不含任何变量，将在第二行中显示日期和/或时间（在[项目配置选项](Project Preferences)的[常规](General)部分中设置）。

FRAME

语法：FRAME

FRAME 或 NOFRAME 命令必须为脚本文件中的第一行。FRAME 将绘制标准 OpticStudio 图形，整个图形周围是一个矩形，且在 y 方向大约 0.2 处有两个标尺线。可以在这些标尺行中使用 TITLE 命令来居中编写图形标题。另请参阅 NOFRAME。

GRID

语法：GRID x1 y1 x2 y2 nx ny
GRID 命令可创建 nx 乘以 ny 个灰色网格。此命令通常用于创建背景栅格线，模仿大部分 OpticStudio 图形的样式。坐标是矩形的左下和右上坐标。另请参阅 BOX。

LENSNAME

语法：LENSNAME
当前镜头名称通常写在图形标题下数据框的第一行中。此命令没有任何变量，将在此行中显示镜头名称。

LINE

语法：LINE x1 y1 x2 y2
这是一个最基本的图形命令；它可以绘制连接两个点的一条线。请注意，坐标应在 0 到 1.0 之间。

NOFRAME

语法：NOFRAME
FRAME 或 NOFRAME 命令必须为脚本文件中的第一行。NOFRAME 将绘制标准 OpticStudio 图形，但不含两个标尺线。另请参阅 FRAME。

PENSTYLE

语法：PENSTYLE ncolor nstyle nwidth
PENSTYLE 命令可更改当前画笔的颜色、样式和宽度。整数 ncolor 必须为 0（表示黑色）或者在 1 到 12 之间（表示对应的画笔颜色）。用户可以通过[设置菜单](Setup Tab)[项目配置选项](Project Preferences)的[颜色](Colors)部分定义颜色。整数 nstyle 可以是 0（表示实线）或者是 1 到 4 的整数（表示各种样式的虚线）。整数 nwidth 是画笔的相对宽度。默认值为 1。Nwidth 为 2 将使线宽为默认线宽的两倍。如果画笔样式不是实线 (nstyle = 0)，那么画笔宽度必须是 1 个像素；Windows 不支持非实线的粗线。所有后续文本和线条都将采用新的颜色、样式和宽度。

TEXT

语法：TEXT "string" x y angle width height
TEXT 命令用于在图形上放置文本数据。x 和 y 坐标是字符串 string 的起始坐标。angle 的单位为度。width 和 height 影响字体大小。每个变量的默认值都为 10，这将生成 OpticStudio 通常使用的字体大小；即为屏幕宽度的 1/70，屏幕高度的 1/40。数字大于 10 或小于 10 都将按比例生成缩放的字体大小。

TITLE

语法：TITLE "string"
如果使用 FRAME（而不是 NOFRAME）来定义图形，则图形标题通常在标尺线居中（沿图形底部 20%）。TITLE 命令会将提供的字符串将显示在这个位置中。

[扩展程序示例](A sample Extension program)

在 <program>\Extend 文件夹中（请参阅[文件夹](Folders)），有一个名为 DDE_DEMO 的示例应用程序，它举例说明了 DDE 与 OpticStudio 的搭配使用。包含了源代码。DDE_DEMO 可以通过以下两种模式之一来运行：独立模式，或者作为扩展程序。
如果直接从命令提示行、通过 Windows 资源管理器或者双击 DDE_DEMO 来直接，则 DDE_DEMO 将作为独立应用程序运行，并且后台执行 DDE。其生成的数据将显示在 DDE_DEMO 窗口中。要以独立模式运行 DDE_DEMO，要先运行 OpticStudio，再加载镜头文件，然后通过双击 DDE_DEMO 图标来启动 DDE_DEMO。可以加载不同的头文件，或者在 LDE 中编辑一个镜头文件，并观察 DDE_DEMO 窗口来查看它的变化，DDE_DEMO 将在屏幕上列出一些系统、表面、视场和波长编号数据，并且将追迹少数光线，在屏幕上列出光线的 x、y、z 坐标。程序每隔几秒会自动更新。
如果要作为扩展来运行 DDE_DEMO，则要首先运行 OpticStudio，再加载镜头文件，然后从[编程菜

单](Programing tab)k 选择扩展程序列表，然后选择 DDE_DEMO。请注意，放置在 <program>\Extend 文件夹（请参阅[文件夹](Folders)）中的任何 EXE 应用程序都将在 OpticStudio 的[扩展程序列表](Extension List)菜单中列出；无论是有效独立的应用程序或是能够与 OpticStudio 通信的扩展程序。DDE_DEMO 将在隐藏窗口中执行，建立与 OpticStudio 的 DDE 链接，提取系统和光线数据，然后将数据写入到一个文件中，可使用 MakeTextWindow 数据项通知 OpticStudio 文件已就绪，然后关闭。一旦客户端的程序产生了这些数据，表示它的工作已完成，应终止程序。
当 OpticStudio 接收到 MakeTextWindow 数据项时，OpticStudio 将读取文件内容，并在一个标准 Zemax 文本窗口中显示数据。如果窗口现在已“更新”或者选中了“设置”选项，则 OpticStudio 将再次调用客户端程序，并且重新计算数据。
请注意，同一个程序可以同时作为独立客户端程序和扩展程序。因为，如果 OpticStudio 调用客户端程序，OpticStudio 会将命令行变量传递到客户端程序，通知客户端程序要创建的数据类型以及要将数据写入的位置。如果没有提供任何命令行变量，则客户端程序会假定客户端是从操作系统中被调用的，因此它将以独立模式运行。DDE 交换和后续处理是同样的方式；只需要少数几行关键代码，来确定应该显示还是隐藏窗口，以及确定数据是写入文件中还是显示在客户端程序自身的屏幕上。

[DDE_DEMO 代码](The DDE_DEMO Code)

这里提供了 DDE_DEMO 的源代码。它包含了所有客户端程序的基本算法、变量、声明以及所需的 Windows 消息处理。还有一部分代码举例说明了用于追迹光线数组的 WM_DDE_POKE 的用法。
虽然 DDE_DEMO 表现出一些较高级别的技巧，但是将 DDE_DEMO 作为扩展程序起始点程序并不困难。下面介绍了一种简单实现 OpticStudio 扩展程序的方法。

[用于实现扩展的简化方法](A Simplified Technique for Implementing Extensions)

显然， DDE Windows 编程需要用户熟练掌握各种编程知识。这涉及到大量的编程技巧以及精通消息循环、DDE、指针、基本单元和全局处理等。

大部分用来与 OpticStudio 通信的代码都是标准的”boiler plate”代码，对于任何 DDE 客户端程序都是通用的。此代码已经编写好，并且存放于一个名为 ZCLIENT 的单一源代码模块程序中。ZCLIENT 以源代码的形式存储在 OpticStudio 中，用户并且可以自由复制（只要保留版权声明），以及在新的扩展程序中使用。

[ZCLIENT 程序](The ZCLIENT Program)
ZCLIENT 用以处理与 OpticStudio 的所有通信。ZCLIENT 内部嵌入了一个名为“UserFunction”的单函数调用。这个函数存放在一个由用户提供的单独 C 语言程序中，并且与 ZCLIENT 一起进行编译，来创建可执行的扩展程序文件。

在 OpticStudio 调用扩展程序时，开始先在 ZCLIENT 中执行。ZCLIENT 建立了 DDE 通信，然后调用 UserFunction。在 UserFunction 中，通常只需要 ZCLIENT 所提供的两个函数（PostRequestMessage 和 GetString），便可从 OpticStudio 获取所需要的数据。这些数据随后转化为文本或图形格式，并发送回 OpticStudio 进行显示。

PostRequestMessage 的语法如下：

```
PostRequestMessage(szItemName, szBuffer);
```

szItemName 包含了所需数据项的名称；本章中前面部分描述了可用的数据项名称。然后，所需数据传回到字符串 szBuffer 中。如果数据传输成功，则此函数返回 0，否则返回 -1。OpticStudio 通常用逗号来分隔数据，函数 GetString 用来提取单个数据项。GetString 的语法为：

```
GetString(szBuffer, nItem, szSubString);
```

szBuffer 字符串是由 PostRequestMessage 返回的缓存区。整数 nItem 是所需数据项的编号；0 表示第一个数据项，1 表示第二个，以此类推。szSubString 保存了从 nItem 位置返回的字符串。

例如，要获取镜头的名称，代码为：

```
PostRequestMessage("GetName", szBuffer);
GetString(szBuffer, 0, szLensName);
```

这时，字符串 szLensName 中包含了镜头的名称。由于“GetName”仅返回 1 个数据项，所以此代码可以缩短为一行：

```
PostRequestMessage("GetName", szLensName);
```

可用 PostRequestMessage 的修改版进行快速追迹大量光线。也就是函数 PostArrayTraceMessage。这个函数有两个变量：缓存区字符串和光线数据数组的地址。这里提供了一个使用 PostArrayTraceMessage 的数组进行光线追迹的代码示例，称为 ARR_DEMO.C。

要使用 PostArrayTraceMessage 追迹光线，必须首先定义光线列表，然后调用一次 PostArrayTraceMessage。以下是这个技巧的示例：

```
/* Fill RD array position 0 with the header data. */
RD[0].x = 0.0;
RD[0].y = 0.0;
RD[0].z = 0.0;
RD[0].l = 0.0;
RD[0].m = 0.0;
RD[0].n = 0.0;
RD[0].opd = 0.0; /* this is where we set the mode, mode 0 is like GetTrace */
RD[0].intensity = 0.0;
RD[0].wave = 0;
RD[0].error = 25; /* trace 25 rays */
RD[0].vigcode = 0;
RD[0].want_opd = -1;

/* Define the 25 rays.Obviously, you can define any rays you want... */
k = 0;
for (i = -2; i <= 2; i++)
      {
```

```
      for (j = -2; j <= 2; j++)
             {
             k++;
             RD[k].x = 0.0;
             RD[k].y = 0.0;
             RD[k].z = (double) i / 4.0;
             RD[k].l = (double) j / 4.0;
             RD[k].m = 0.0;
             RD[k].n = 0.0;
             RD[k].opd = 0.0;
             RD[k].intensity = 0.0;
             RD[k].wave = 1;
             RD[k].error = 0;
             RD[k].vigcode = 0;
             RD[k].want_opd = 0;
             }
      }
 /* Now go get the data */
 PostArrayTraceMessage(szBuffer, RD);

 /* The output data is now stored in RD, ready to use! */
 /* Note just one line of code to trace all rays. */
```

利用 ZCLIENT 比自己编写所有 DDE 通信代码要简单的多。以上数据追迹示例是 ARR_DEMO 的一部分，ARR_DEMO 是使用 ZCLIENT 的 DDE 代码示例之一。
有关执行长时间计算时超时限制的信息，请参阅[有关 DDE 超时间隔的注解](Comments on the DDE timeout interval)。

[使用 ZCLIENT 的扩展程序示例](A Sample Extension Program Using ZCLIENT)

此处提供了使用 ZCLIENT 完整扩展程序的源代码。这个扩展程序称为 PHASPLOT，它使用了 ZCLIENT.C 以及 PHASPLOT.C。PHASPLOT 将产生一个二元光学面的相位图形或文本列表。这个代码举例说明了如何生成图形和文本窗口，如何从 OpticStudio 提取数据，以及如何输出图形和文本显示格式。
PHASPLOT 还具有一个与 OpticStudio 类似的“[设置](setting)”框，其源代码包含在“SurDlgProc”函数的 PHASPLOT.C 中；“SurDlgProc”函数使用 PHASPLOT.RC 文件来定义对话框界面。

[通过 PhasePlot 模板来编写扩展](Writing Extensions from the PhasePlot Template)

学习如何编写扩展程序的最佳方式是从 PhasePlot 开始，创建 PhasePlot.C 和 PhasePlot.RC 的副本，

并将副本重命名为其它名称((MY_CODE.C, MY_CODE.RC)。然后使用任何一种商业上可用的 C 语言编辑器（Borland 和 MicroSoft 都是不错的工具）创建新项目，并将这三个文件载入到这个项目中。将这个项目重新编译，并构建测试 EXE， 以确保一切都到位。

然后，按照用户需求，编辑用户函数 UserFunction ，设置对话框函数中的代码。

[使用 GetTextFile 获取分析数据](Getting Analysis Data Using GetTextFile)

扩展程序经常被忽略的一个功能是：能够通过单次调用 zclient，从 OpticStudio 所支持的分析类型来创建文本和图形数据文件。例如，要生成点列图列表的文本，可使用以下命令

```
PostRequestMessage("GetTextFile,\"C:\\OUTPUT.TXT\",Spt, , 0", szBuffer);
```

点列图数据将放置在指定文件夹下文本文件“OUTPUT.TXT”中。有关更多信息，请参阅 GetTextFile”。

[字符串代码](String Codes)

字符串代码是关键字“GETTEXTFILE”和“OPENANALYSISWINDOW”以及扩展“GetTextFile”中使用的 3 字符的变量。

字符串代码在下方表格中列出。请注意，代码区分大小写。

code	说明
[文件代码](File Codes)	
“New”	NEW_FILE
“Ope”	OPEN_FILE
“Sav”	SAVE_FILE
“Sas”	SAVE_AS
“Bac”	BACKUP_TO_ARCHIVE_FILE
“Res”	RESTORE_FROM_ARCHIVE_FILE
“Ins”	INSERT_LENS

“Prf”	PREFERENCES
“Ext”	EXIT
“Upd”	UPDATE
“Upa”	UPDATE_ALL
“Gen”	GENERAL_LENS_DATA
“Fie”	FIELD_DATA
“Wav”	WAVELENGTH_DATA
“Nxc”	NEXT_CONFIGURATION
“Lac”	LAST_CONFIGURATION
“LDE”	LENS_DATA_EDITOR
“MFE”	MERIT_FUNCTION_EDITOR
“MCE”	MULTI_CONFIG_EDITOR
“TDE”	TOLERANCE_DATA_EDITOR
“EDE”	EXTRA_DATA_EDITOR
“NCE”	NON_SEQUENTIAL_EDITOR
“Und”	UNDO
“Red”	REDO
[布局代码](Layout Codes)	
“Lay”	2D_LAYOUT
“L3d”	3D_LAYOUT
“Lwf”	WIREFRAME_LAYOUT
“Lsm”	SOLID_MODEL_LAYOUT
“Lsh”	SHADED_MODEL_LAYOUT
“Ele”	ZEMAX_ELEMENT_DRAWING
“ISO”	ISO_ELEMENT_DRAWING

“L3n”	NSC_3D_LAYOUT
“LSn”	NSC_SHADED_MODEL_LAYOUT
“Obv”	NSC_OBJECT_VIEWER
“Pvr”	CAD_PART_VIEWER
[光扇代码](Fan Codes)	
“Ray”	RAY_FAN
“Opd”	OPD_FAN
“Pab”	PUPIL_ABERRATION_FAN
[点列图代码](Spots Codes)	
“Spt”	SPOT_DIAGRAM
“Stf”	THROUGH_FOCUS_SPOT
“Sff”	FULL_FIELD_SPOT
“Sma”	SPOT_MATRIX
“Smc”	SPOT_MATRIX_CONFIG
[MTF 代码](MTF Codes)	
“Mtf”	MODULATION_TF
“Tfm”	THROUGH_FOCUS_MTF
“Smf”	SURFACE_MTF
“Mth”	MTF_VS_FIELD
“Fmm”	FFT_MTF_MAP
“Gmm”	GEOMETRIC_MTF_MAP
“Hmf”	HUYGENS_MTF
“Hsm”	HUYGENS_SURFACE_MTF
“Hmh”	HUYGENS_MTF_VS_FIELD
“Gtf”	GEOMETRIC_MTF

“Tfg”	THROUGH_FOCUS_GTF
“Htf”	HUYGENS_THROUGH_FOCUS_MTF
“Gvf”	GEOMETRIC_MTF_VS_FIELD
[PSF 代码](PSF Codes)	
“Fps”	FFT_PSF
“Pcs”	PSF_CROSS_SECTION
“Lsf”	FFT_LINE/EDGE_SPREAD
“Hps”	HUYGENS_PSF
“Hcs”	HUYGENS_PSF_CROSS_SECTION
[波前代码](Wavefront Codes)	
“Wfm”	WAVEFRONT_MAP
“Int”	INTERFEROGRAM
“Foa”	FOUCAULT_ANALYSIS
[表面矢高和相位代码](Surface Sag and Phase Codes)	
“Srs”	SURFACE_SAG
“Srp”	SURFACE_PHASE
“Scv”	SURFACE_CURVATURE
“Ssc”	SURFACE_SAG_CROSS
“Spc”	SURFACE_PHASE_CROSS
“Scc”	SURFACE_CURVATURE_CROSS
[RMS 代码](RMS Codes)	
“Rms”	RMS_VS_FIELD
“Rmw”	RMS_VS_WAVELENGTH
“Rmf”	RMS_VS_FOCUS
“Rfm”	RMS_FIELD_MAP

[圈入能量代码](Encircles Energy Codes)	
“Enc”	DIFF_ENCIRCLED_ENERGY
“Gee”	GEOM_ENCIRCLED_ENERGY
“Lin”	LINE/EDGE_SPREAD
“Xse”	EXTENDED_SOURCE_ENCIRCLED
“Rel”	RELATIVE_ILLUMINATION
“Ils”	ILLUMINATION_SCAN
“Ilf”	ILLUMINATION_SURFACE
“Foo”	FOOTPRINT_ANALYSIS
“Uni”	UNIVERSAL_PLOT_1D
“Un2”	UNIVERSAL_PLOT_2D
“Fcd”	FIELD_CURV/DISTORTION
“Grd”	GRID_DISTORTION
“Lon”	LONGITUDINAL_ABERRATION
“Lat”	LATERAL_COLOR
“Sim”	IMAGE_SIMULATION
“Ima”	GEOMETRIC_IMAGE_ANALYSIS
“Ibm”	GEOMETRIC_BITMAP_IMAGE_ANALYSIS
“Lsa”	LIGHT_SOURCE_ANALYSIS
[其它杂项代码](Other Miscellaneous Codes)	
“ABg”	ABG_DATA_CATALOG
“Agm”	ATHERMAL_GLASS_MAP
“Bfv”	BEAM_FILE_VIEWER
“C31”	SRC_COLOR_CHART_1931
“C76”	SRC_COLOR_CHART_1976

“Caa”	COATING_ABS_VS_ANGLE
“Car”	CARDINAL_POINTS
“Cas”	COAT_ALL_SURFACES
“Caw”	COATING_ABS_VS_WAVELENGTH
“Cca”	CONVERT_TO_CIRCULAR_APERTURES
“Cda”	COATING_DIA_VS_ANGLE
“Cdw”	COATING_DIA_VS_WAVELENGTH
“Cfa”	CONVERT_TO_FLOATING_APERTURES
“Cfm”	CONVERT_TO_MAXIMUM_APERTURES
“Cfo”	CONVERT_FORMAT
“Cfs”	CHROMATIC_FOCAL_SHIFT
“Cgl”	CONVERT_GLOBAL_TO_LOCAL
“Chk”	SYSTEM_CHECK
“Clg”	CONVERT_LOCAL_TO_GLOBAL
“Cls”	COATING_LIST
“Cna”	COATING_RET_VS_ANGLE
“Cng”	CONVERT_TO_NSC_GROUP
“Cnw”	COATING_RET_VS_WAVELENGTH
“Coa”	CONVERT_ASPHERE
“Con”	CONJUGATE_SURFACE_ANALYSIS
“Cpa”	COATING_PHASE_VS_ANGLE
“Cpw”	COATING_PHASE_VS_WAVELENGTH
“Cra”	COATING_REFL_VS_ANGLE
“Crw”	COATING_REFL_VS_WAVELENGTH
“Csd”	NSC_CONCATENATE_SPECTRAL_SOURCE_FILES

“Csf”	NSC_CONVERT_TO_SPECTRAL_SOURCE_FILE
“Cta”	COATING_TRAN_VS_ANGLE
“Ctw”	COATING_TRAN_VS_WAVELENGTH
“Dbl”	DOUBLE_PASS
“Dim”	PARTIALLY_COHERENT_IMAGE_ANALYSIS
“Dip”	BIOCULAR_DIPVERGENCE/CONVERGENCE
“Dis”	DISPERSION_PLOT
“Drs”	NSC_DOWNLOAD_RADIANT_SOURCE
“Dvl”	DISPERSION_VS_WAVELENGTH_PLOT
“Dvr”	NSC_DETECTOR_VIEWER;
“Eca”	EXPLODE_CAD_ASSEMBLY
“Ecp”	EXPLODE_CREO_PARAMETRIC_ASSEMBLY
“Ect”	EDIT_COATING
“Eec”	EXPORT_ENCRYPTED_COATING
“Eia”	EXPLODE_INVENTOR_ASSEMBLY
“Esa”	EXPLODE_SOLIDWORKS_ASSEMBLY
“Fba”	FIND_BEST_ASPHERE
“Fcl”	FIBER_COUPLING
“Fld”	ADD_FOLD_MIRROR
“Flx”	DEL_FOLD_MIRROR
“Fov”	BIOCULAR_FIELD_OF_VIEW_ANALYSIS
“Fvw”	NSC_ZRD_FLUX_VS_WAVELENGTH
“Gbp”	PARAX_GAUSSIAN_BEAM
“Gbs”	SKEW_GAUSSIAN_BEAM
“Gcp”	GLASS_COMPARE

“Gft”	GLASS_FIT
“Gho”	GHOST_FOCUS
“Gip”	GRIN_PROFILE
“Gla”	GLASS_CATALOG
“Glb”	GLOBAL_OPTIMIZATION
“Gmf”	GENERATE_MAT_FILE
“Gmp”	GLASS_MAP
“Gpr”	GRADIUM_PROFILE
“Grs”	NSC_GENERATE_RADIANT_SOURCE
“Gst”	GLASS_SUBSTITUTION_TEMPLATE
“Ham”	HAMMER_OPTIMIZATION
“Hlp”	HELP
“Igs”	EXPORT_IGES_FILE
“Iht”	ANGLE_VS_IMAGEHEIGHT
“Imv”	IMA/BIM_FILE_VIEWER
“Jbv”	JPG/BMP_FILE_VIEWER
“Len”	LENS_SEARCH
“Lok”	LOCK_ALL_WINDOWS
“Ltr”	NSC_LIGHTNING_TRACE
“Mfl”	MERIT_FUNCTION_LIST
“Mfo”	MAKE_FOCAL
“Opt”	OPTIMIZATION
“Pal”	POWER_FIELD_MAP
“Pat”	NSC_ZRDA_PATH_ANALYSIS
“Pci”	PARTIALLY_COHERENT_IMAGE_ANALYSIS

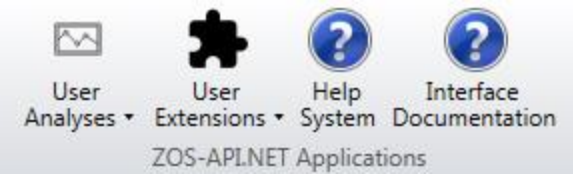
“Per”	PERFORMANCE_TEST
“Pha”	POL_PHASE_ABERRATION
“Pmp”	POL_PUPIL_MAP
“Pol”	POL_RAY_TRACE
“Pop”	PHYSICAL_OPTICS_PROPAGATION
“Ppm”	POWER_PUPIL_MAP
“Pre”	PRESCRIPTION_DATA
“Ptf”	POL_TRANSMISSION_FAN
“Pzd”	PLAYBACK_ZRD_ON_DETECTORS
“Qad”	QUICK_ADJUST
“Qfo”	QUICK_FOCUS
“Raa”	REMOVE_ALL_APERTURES
“Rcf”	RELOAD_COATING
“Rda”	NSC_REVERSE_RADIANCE_ANALYSIS
“Rdb”	RAY_DATABASE
“Rdw”	NSC_ROADWAY_LIGHTING_ANALYSIS
“Rev”	REVERSE_ELEMENTS
“Rg4”	NEW_REPORT_GRAPHIC_4
“Rg6”	NEW_REPORT_GRAPHIC_6
“Rml”	REFRESH_MACRO_LIST
“Rtc”	RAY_TRACE_CONTROL
“Rtr”	RAY_TRACE
“Rva”	REMOVE_VARIABLES
“Rxl”	REFRESH_EXTENSIONS_LIST
“Sag”	SAG_TABLE

“Sca”	SCALE_LENS
“Sdi”	SEIDEL_DIAGRAM
“Sdv”	SRC_DIRECTIVITY
“Sei”	SEIDEL_COEFFICIENTS
“Sfv”	SCATTER_FUNCTION_VIEWER
“Sld”	SLIDER
“Slm”	STOCK_LENS_MATCHING
“Spj”	SRC_PROJECTION
“Spo”	SRC_POLAR
“Spv”	SCATTER_POLAR_PLOT
“Srv”	SRC_RSM_VIEWER
“Ssg”	SYSTEM_SUMMARY_GRAPHIC
“Ssp”	SRC_SPECTRUM
“Sti”	NSC_CONVERT_SDF_TO_IES
“Sur”	SURFACE_DATA
“Sys”	SYSTEM_DATA
“Tde”	TILT/DECENTER_ELEMENTS
“Tls”	TOLERANCE_LIST
“Tol”	TOLERANCING
“Tpf”	TEST_PLATE_FIT
“Tpl”	TEST_PLATE_LISTS
“Tra”	POL_TRANSMISSION
“Trw”	TRANSMISSION_VS_WAVELENGTH
“Tsm”	TOLERANCE_SUMMARY
“Unl”	UNLOCK_ALL_WINDOWS

“Vig”	VIGNETTING_PLOT
“Vop”	VISUAL_OPTIMIZER
“Vra”	VARIABLE_RAD
“Vth”	VARIABLE_THI
“Xdi”	EXTENDED_DIFFRACTION_IMAGE_ANALYSIS
“Xis”	EXPORT_IGES/STEP/SAT/STL_FILE
“Yni”	YNI_CONTRIBUTIONS
“Yyb”	Y-YBAR
“Zat”	ZERNIKE_ANNULAR_TERMS
“Zbb”	EXPORT_ZEMAX_BLACK_BOX_DATA
“Zex”	ZEMAX_EXTENSIONS
“Zfr”	ZERNIKE_FRINGE_TERMS
“Zpd”	NSC_ZEMAX_PART_DESIGNER
“Zpl”	EDIT/RUN_ZPL_MACROS
“Zst”	ZERNIKE_STANDARD_TERMS
“Zvf”	ZERNIKE_COEFFICIENTS_VS_FIELD

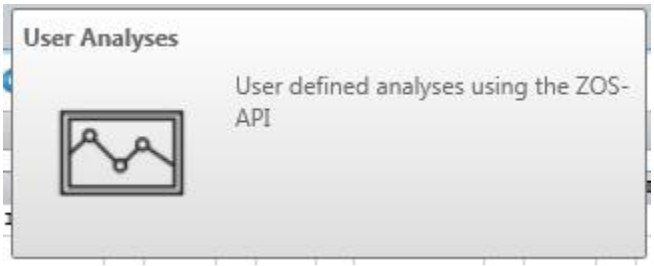
[ZOS-API.NET 应用程序组](ZOS-API.NET Applications Group)

[ZOS-API 应用程序组](ZOS-API Applications)是[编程菜单](Programing Tab)的子栏目组。



有关更多信息，请参阅[关于 ZOS-API](About the ZOS-API)一节。

[自定义分析](User Analyses)

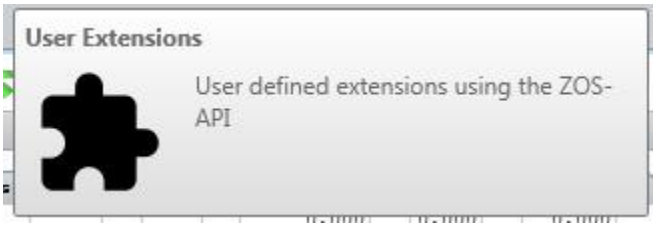


[自定义分析](User Analyses)选项位于[编程菜单](Programing Tab)的子栏目[ZOS-API 应用程序](ZOS-API Applications)中。此功能显示所有使用创建 ZOS-API 的分析的下拉列表。ZOS-API 分析存储在<program>\ZOS-API\User Analysis 文件夹（参阅[文件夹](Folders)）中。单击可执行文件名称即可执行该分析。

有关更多详细信息，请参阅[ZOS 固有(ZOS 使用您的应用程序)](ZOS Inherent (ZOS uses your Application))一节中的[ZOS 固有 – 自定义分析](ZOS Inherent – User Analysis)。

有关 ZOS-API 的完整描述，请参阅[关于 ZOS-API](About the ZOS-API)。

[自定义扩展](User Extensions)



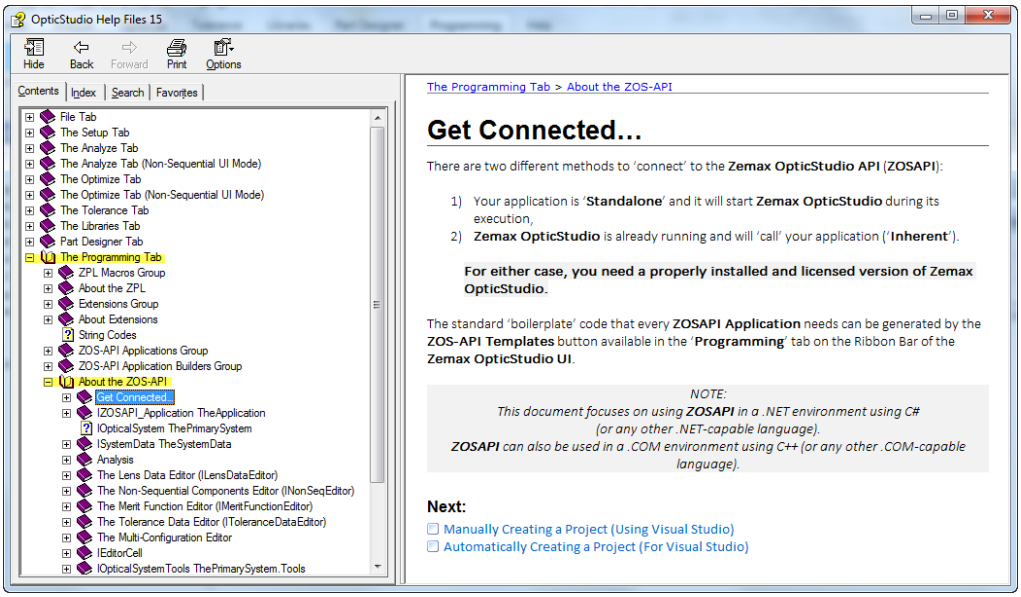
[自定义扩展](User Extensions)选项卡位于[编程菜单](Programing Tab)的子栏目[ZOS-API 应用程序](ZOS-API Applications)中。此功能显示所有使用创建 ZOS-API 的扩展程序的下拉列表。ZOS-API 扩展程序存储在<program>\ZOS-API\Extensions 文件夹（参阅[文件夹](Folders)）中。单击可执行文件名称即可执行该扩展程序。

有关更多详细信息，请参阅[ZOS 固有(ZOS 使用您的应用程序)](ZOS Inherent (ZOS uses your Application))一节中的[ZOS 固有 – 自定义分析](ZOS Inherent - User Analysis)。

有关 ZOS-API 的完整描述，请参阅[关于 ZOS-API](About the ZOS-API)。

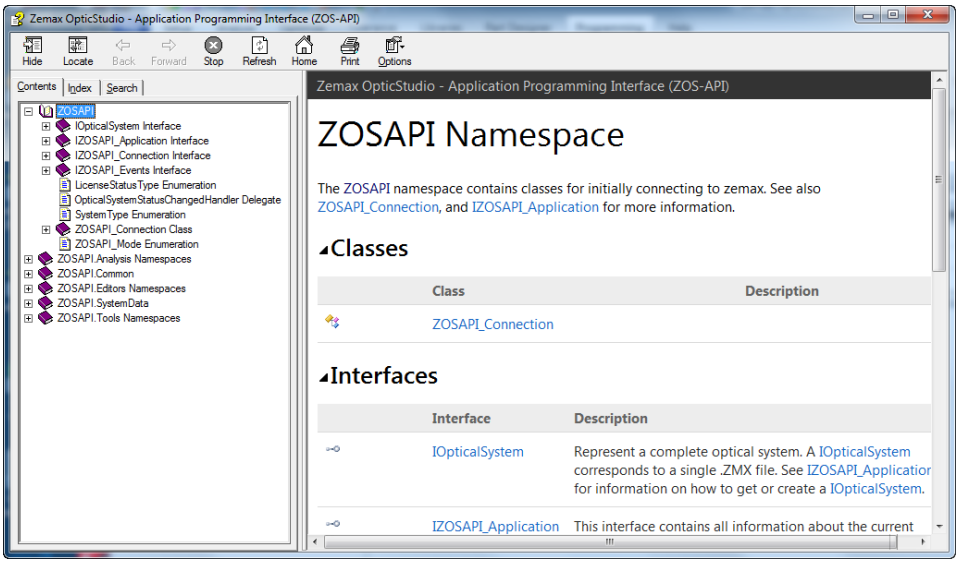
[帮助系统](Help System) (zos-api.net applicationsgroup)

[帮助系统](Help System) 选项卡位于[编程菜单](Programing Tab)的子栏目[ZOS-API 应用程序](ZOS-API Applications)中。单击此选项卡将直接打开 OpticStudio 的主帮助文件，并转至[关于 ZOS-API](About the ZOS-API)。



[接 口 文 档](Interface Documentation) (zos-api.net applications group)

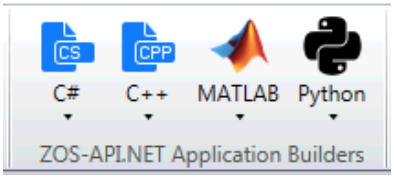
[接口文档](Interface Documentation)选项卡位于[编程菜单](Programing Tab)的[ZOS-API 应用程序](ZOS-API Applications)组中。



单击此选项卡会启动一个单独的[帮助](Help)文件，描述了 API 中使用的[名称空间](NameSpaces),[接口](Interfaces),[种类](Classes)等对象的详细信息。

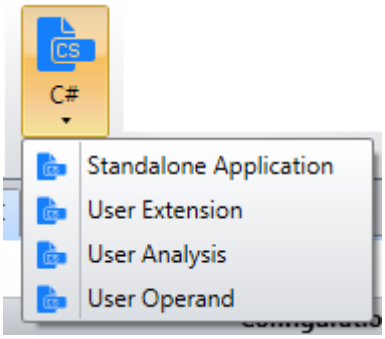
[ZOS-API.NET 应用程序编译器组](ZOS-API.NET Application Builders Group)

[ZOS-API.NET 应用程序编译器](ZOS-API.NET Application Builders) 组是[编程菜单](Programing Tab)下的子栏目。

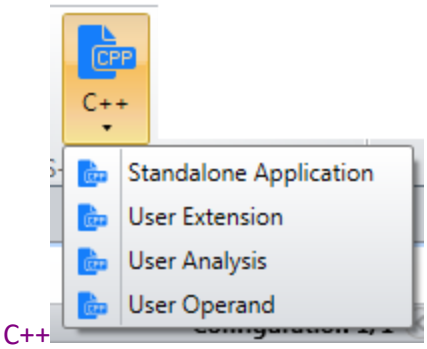


有关更多信息，请参阅[关于 ZOS-API](About the ZOS-API)一节。

C#



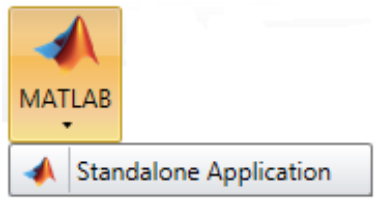
C# 选项卡位于[编程菜单](Programing Tab)的[ZOS-API.NET 应用程序编译器](ZOS-API.NET Application Builders)组中。此选项用于访问一些模板，这些模板使用 C#编程语言作为 API 的启动项目。



C++

C++选项卡位于[编程菜单](Programing Tab)的[ZOS-API.NET 应用程序编译器](ZOS-API.NET Application Builders) 组中。此选项用于访问一些模板，这些模板使用 C++编程语言作为 API 的启动项目。

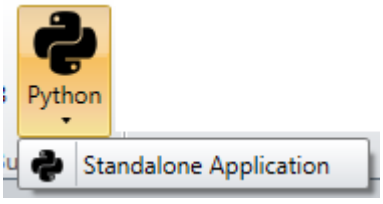
MATLAB



MATLAB 选项卡位于[编程菜单](Programing Tab)的[ZOS-API.NET 应用程序编译器](ZOS-API.NET Application Builders) 组中。此选项用于访问一些模板，这些模板使用 MATLAB 编程语言作为 API 的启动项目。
目前提供的模板用于开发独立的应用程序和交互扩展程序。

有关更多信息，请参阅[关于 ZOS-API](About the ZOS-API)一节。

Python



Python 选项卡位于[编程菜单](Programing Tab)的[ZOS-API.NET 应用程序编译器](ZOS-API.NET Application Builders) 组中。此选项用于访问一些模板，这些模板使用 Python 编程语言作为 API 的启动项目。

目前提供的模板用于开发独立的应用程序和交互扩展程序。

有关更多信息，请参阅[关于 ZOS-API](About the ZOS-API)一节。

[关于 ZOS-API](About the ZOS API)

本节介绍 OpticStudio 的 API (ZOS-API)。

建议用户将本节作为教程通读。

[简介](Introduction) (about the zos-api)

OpticStudio 开发了一个应用程序接口（ZOS-API），可以使用最新的软件技术连接和定制应用程序。虽然 ZOS-API 依赖于 COM 接口，但是它来源于.NET 库的，并且通过使用 c++或 c# (.NET)来实现 API 的编程，具体取决于用户对两种语言的熟练程度。

应用程序与 OpticStudio 之间的连接有四种程序模式。

1) 独立应用程序模式。在这种模式下，应用程序启动一个全新的 OpticStudio 实例(其他模式依赖于已经打开的现有实例)。因此，在这种模式下启动应用程序之前，必须确保只打开了 1 个 OpticStudio 实例(在 OpticStudio 的许可限制范围内)。在这种模式下，OpticStudio 实际上是作为一个服务器运行的，没有用户界面。

2) 自定义扩展模式。这种模式可构建类似于扩展程序的应用程序，扩展程序根据 DDE 协议编写，用于不同应用之间的通信（有关更多详细信息，请参阅[关于扩展](About Extensions)一

节）。这种模式提供了一个切换键，提示用户在运行这种模式时，选择是否随着程序更改时时更新用户界面。

3) 自定义操作数模式。这种模式链接到评价函数编辑器中的用户自定义操作数，这个操作数通过 UDOC 操作数添加到编辑器中。这种模式不允许对当前镜头系统或用户界面进行更改（即：在这种模式下，只允许对系统的副本进行更改）。在这种模式下，还没有提供对文件打开分析列表的访问权限，因为如果需要，可打开新的 OpticStudio 实例运行分析功能。

4) 自定义分析模式。这种模式链接到单个分析窗口。这种模式与自定义操作数模式几乎相同，只不过它用于填充自定义分析的数据。这些数据是用 OpticStudio 提供的现有图形来显示，用于大多数分析。

这些模式通常可以分为两个类别：1) 完全控制（独立模式和自定义扩展模式），这种情况下，用户通常完全控制镜头设计和用户界面；2) 有限访问（自定义操作数模式和自定义分析模式），这种情况下，用户使用现有镜头文件的副本进行处理和分析。

另一种对各种通信模式进行分类的方法是基于应用程序连接到 OpticStudio 的方法。如果应用程序是独立的，它单独启动其 OpticStudio 副本，进行各种交互工作，这种是独立模式。所有其它模式称为“固有”模式，即：已有 OpticStudio 正在运行，它将调用用户的应用程序。
注意，与使用独立模式构建应用程序一样，当使用“固有”模式编译可执行文件(.exe)文件时，需要将 exe 文件复制或创建到 OpticStudio 的特定文件夹中。指定的文件夹名称因人而异，我们将把其称为{program}文件夹。在该文件夹中:

- 以自定义扩展模式构建的应用程序需要放置在 {program}\ZOS-API\Extensions 文件夹中。
- 以自定义操作数模式构建的应用程序需要放置在 { program }\ZOS-API\Operands 文件夹中。
- 以自定义分析模式构建的应用程序需要放置在 { program}\ZOS-API\User Analysis 文件夹中。

一旦应用程序在 4 种可用模式中的某一种模式下建立了与 OpticStudio 的通信，便可以加载文件，更改系统设置，并且可以从任何数量的分析类型中获取数据（更多详细信息见下文）。请注意，可以通过 4 种模式的任何一种加载多个系统设计（即 ZMX 文件）。

[连接…](Get Connected…)

有两种不同方法连接到 Zemax OpticStudio API (ZOSAPI)：

1) 用户的应用程序是**“独立”**的，并且将在执行期间启动 Zemax OpticStudio。
2) Zemax OpticStudio 已经在运行，并且将“调用”用户的（“固有”）应用程序。

对于这两种情况，用户都需要正确安装许可版本的 Zemax OpticStudio。

每个 [ZOSAPI 应用程序](ZOSAPI Application) 所需要的标准模板代码都可以通过 Zemax OpticStudio UI 工作界面的[编程菜单](Programing Tab)上提供的[ZOS-API 模板](ZOS-API Templates)选项卡来生成。

注意：
本文档侧重介绍使用 C# 的 .NET 环境
（或任何其它支持 .NET 的语言）中使用 ZOSAPI。
ZOSAPI 还可应用在 .COM 环境中，使用 C++ 或其它任何支持 .COM 的语言。

[手动创建项目](Manually Creating a Project (Using Visual))

只要能够与.NET 和 C＃交互，任何开发系统都应该可以正常工作。以下示例都是使用 Microsoft 的 Visual Studio 2012 .NET Framework 4.5 生成的。
选择[文件](FILE)->[新建](NEW)->[项目](PROJECT)。

选择[模板](Template)->“Visual C#”->[控制台应用程序](Console Application)

将[名称](Name)、[位置](Location)和[解决方案名称](Solution name)更改为适合用户解决方案/项目的名称。

用户可以看到如下*图 1.1* 中所示的类似内容。

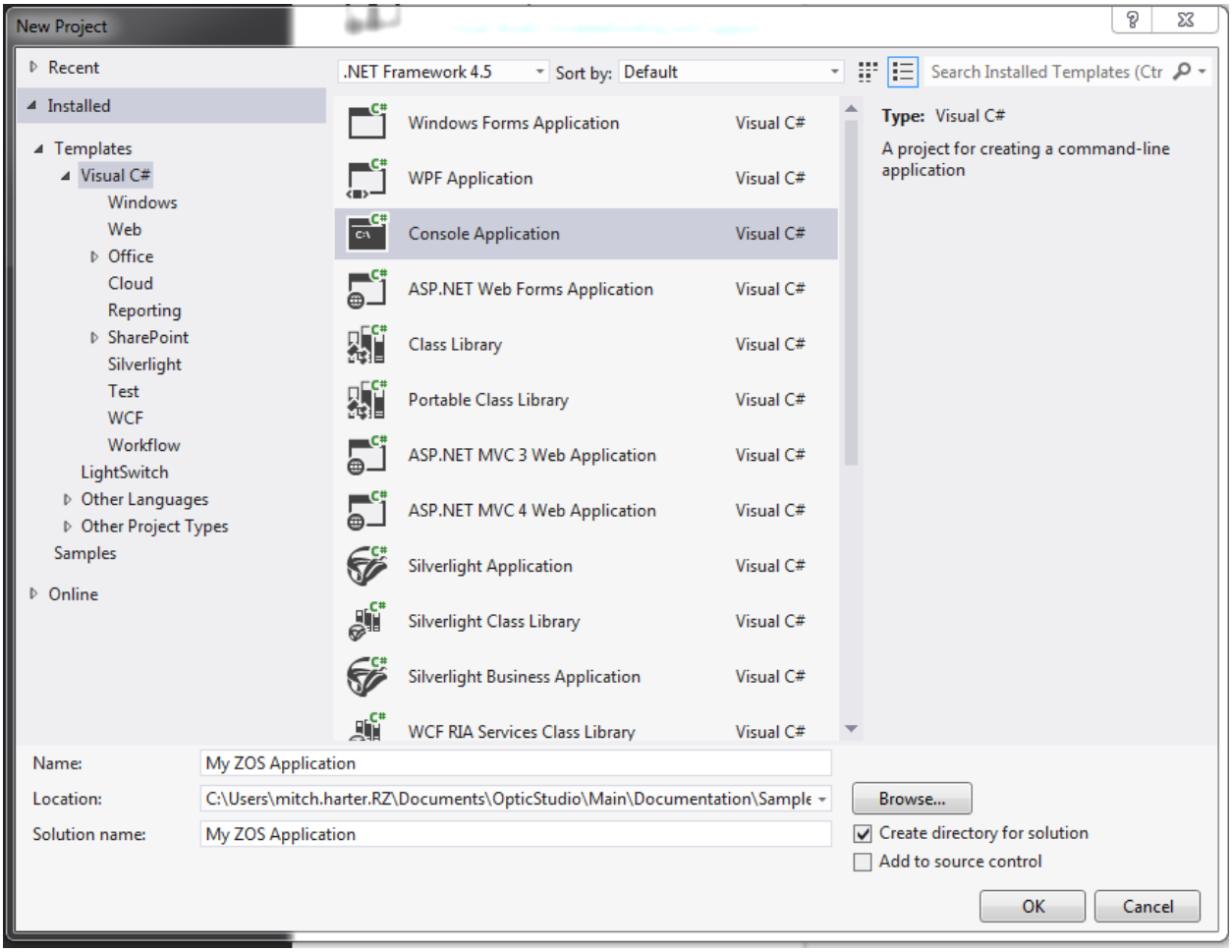


图 1.1

单击[确定](OK)，在生成了您的解决方案/项目之后，您可以看到*图 1.2*。

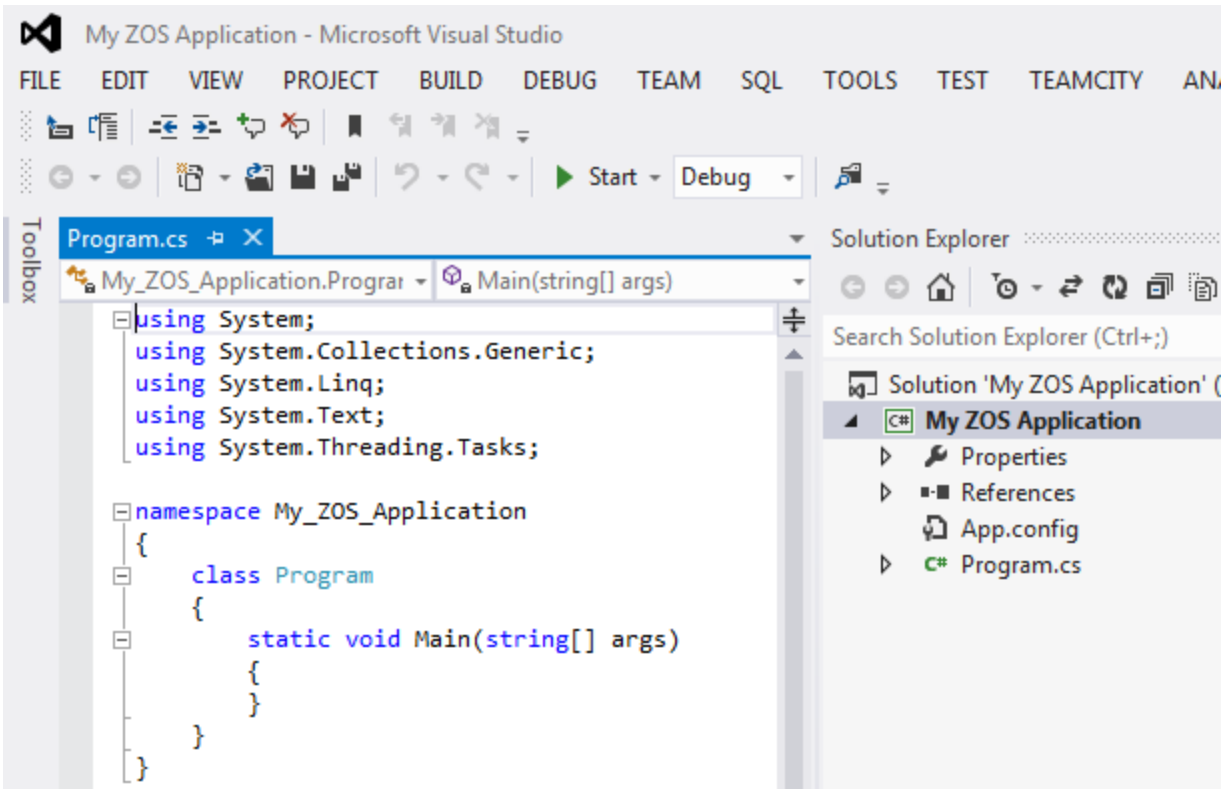


图 1.2

在您的[解决方案资源管理器](Solution Explorer)中，右击[引用](Refereces)，然后在[菜单](Menu)中选择[添加引用...](Add Reference...)。

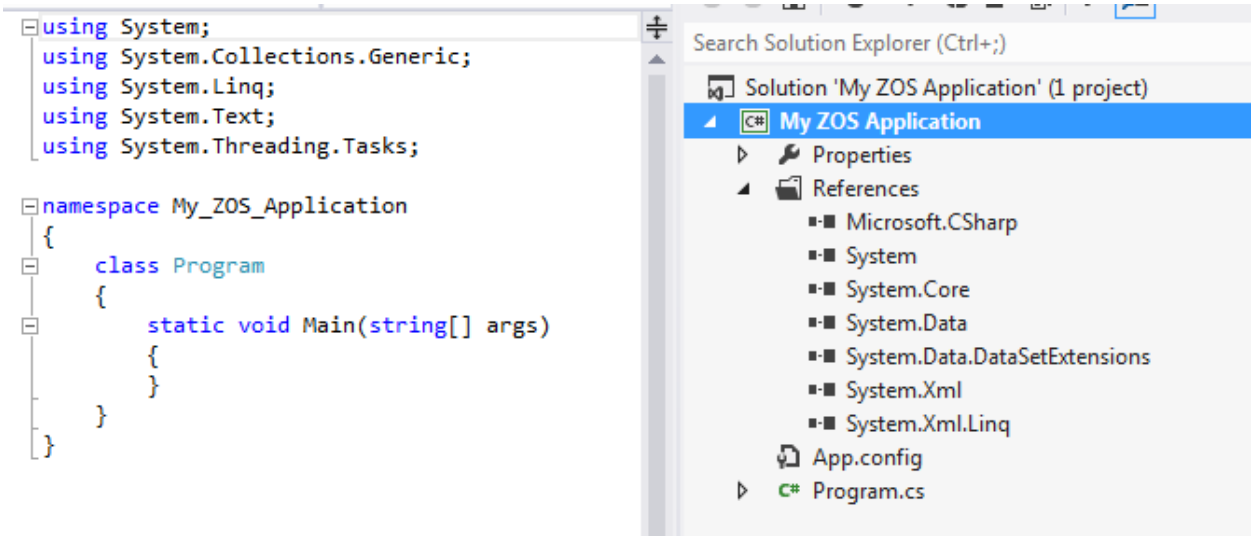


图 1.2a

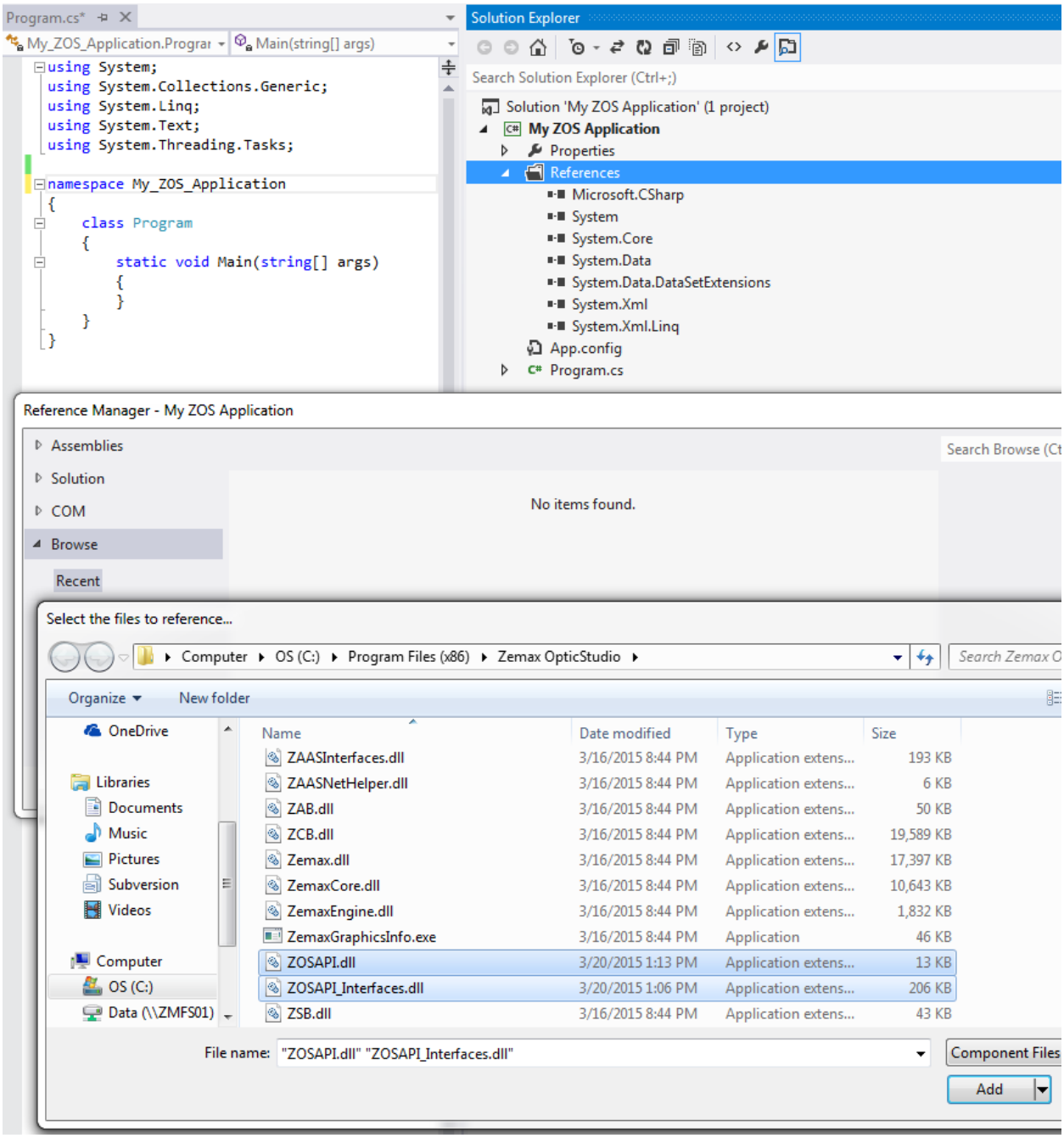

Program.cs*
My_ZOS_Application.Prograı
Main(string[] args)
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace My_ZOS_Application
{
class Program
{
static void Main(string[] args)
{
}
}
}
Solution Explorer
Search Solution Explorer (Ctrl+;)
Solution 'My ZOS Application' (1 project)
My ZOS Application
Properties
References
Microsoft.CSharp
System
System.Core
System.Data
System.Data.DataSetExtensions
System.Xml
System.Xml.Linq
App.config
Program.cs
Reference Manager - My ZOS Application
Assemblies
Solution
COM
Browse
Recent
No items found.
Search Browse (Ct
Select the files to reference...
Computer ▸ OS (C:) ▸ Program Files (x86) ▸ Zemax OpticStudio ▸
Search Zemax O
Organize
New folder
OneDrive
Libraries
Documents
Music
Pictures
Subversion
Videos
Computer
OS (C:)
Data (\\ZMFS01)
Name
Date modified
Type
Size
ZAASInterfaces.dll 3/16/2015 8:44 PM Application extens... 193 KB
ZAASNetHelper.dll 3/16/2015 8:44 PM Application extens... 6 KB
ZAB.dll 3/16/2015 8:44 PM Application extens... 50 KB
ZCB.dll 3/16/2015 8:44 PM Application extens... 19,589 KB
Zemax.dll 3/16/2015 8:44 PM Application extens... 17,397 KB
ZemaxCore.dll 3/16/2015 8:44 PM Application extens... 10,643 KB
ZemaxEngine.dll 3/16/2015 8:44 PM Application extens... 1,832 KB
ZemaxGraphicsInfo.exe 3/16/2015 8:44 PM Application 46 KB
ZOSAPI.dll 3/20/2015 1:13 PM Application extens... 13 KB
ZOSAPI_Interfaces.dll 3/20/2015 1:06 PM Application extens... 206 KB
ZSB.dll 3/16/2015 8:44 PM Application extens... 43 KB
File name: "ZOSAPI.dll" "ZOSAPI_Interfaces.dll"
Component Files
Add

图 1.3

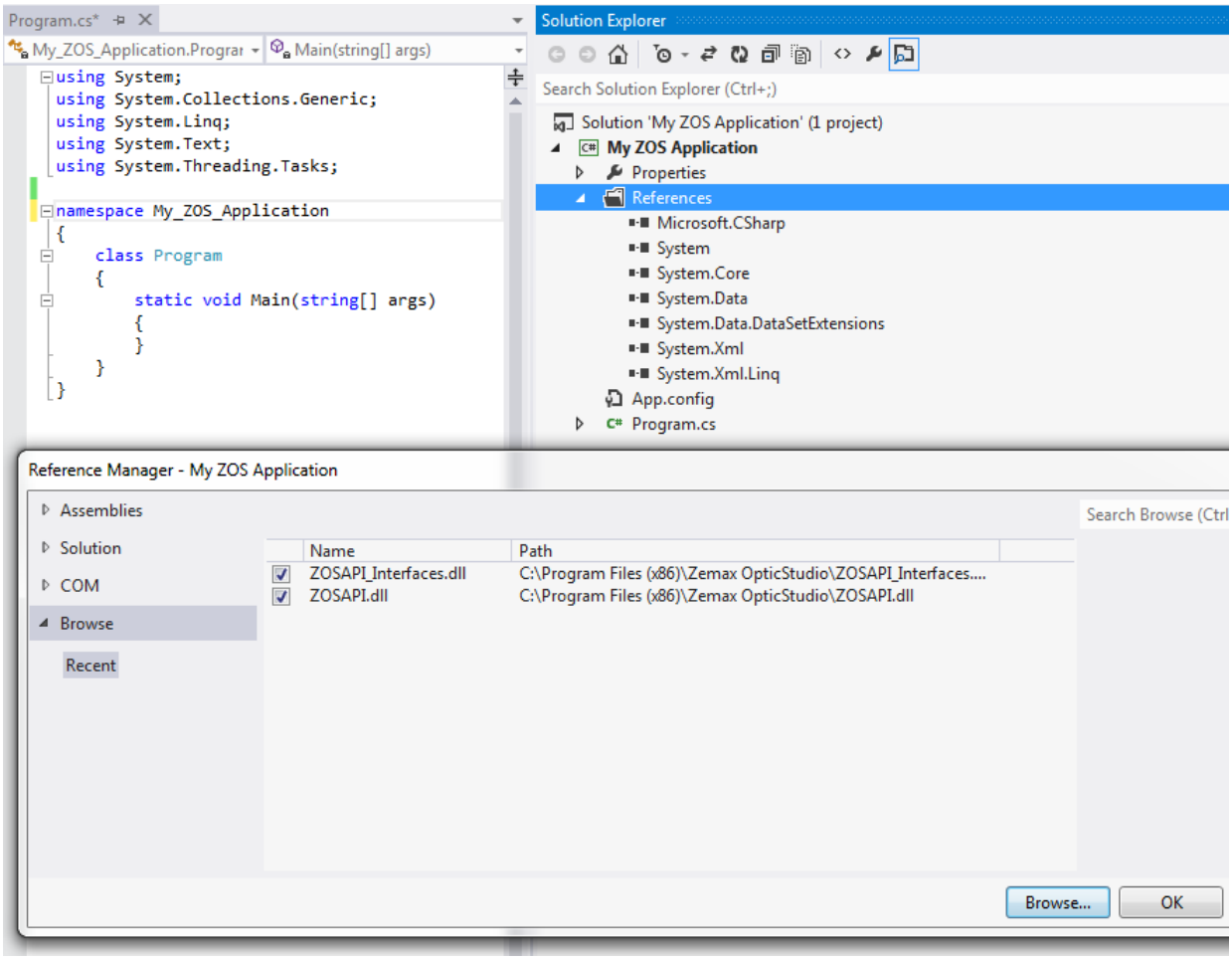


图 1.3a

在[引用管理器](Reference Manager)中，<*单击*>[浏览](Browse)，并到 Zemax OpticStudio 的已安装目录中 <单击> ZOSAPI.dll，<按住 *Ctl 并单击*> 以添加 ZOSAPI_Interfaces.dll，此时您的屏幕将会如图*图 1.3* 所示。<单击>[添加](Add)，以获取图 1.3a。<单击>[确定](OK)，以显示*图 1.3b*。

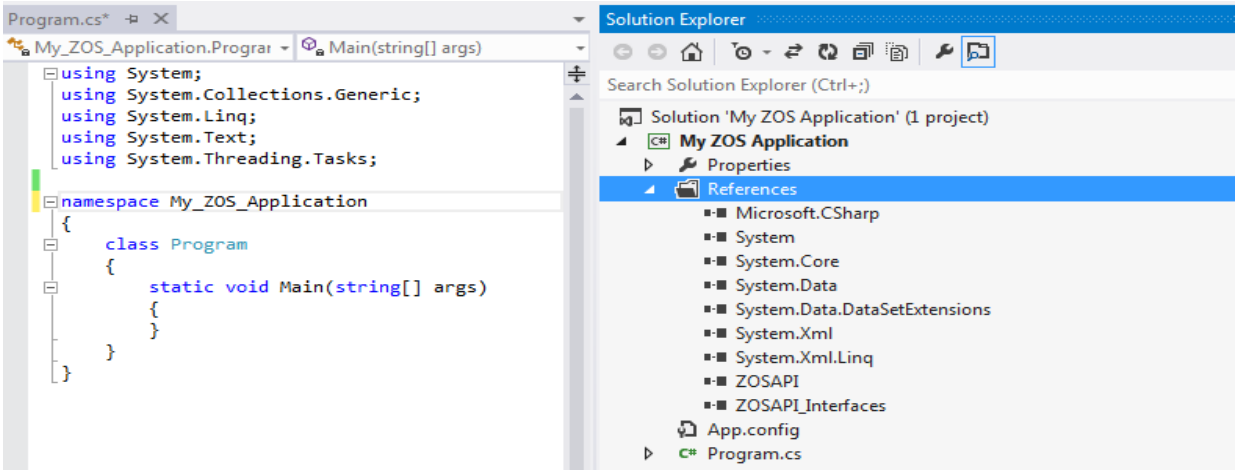


图 1.3b

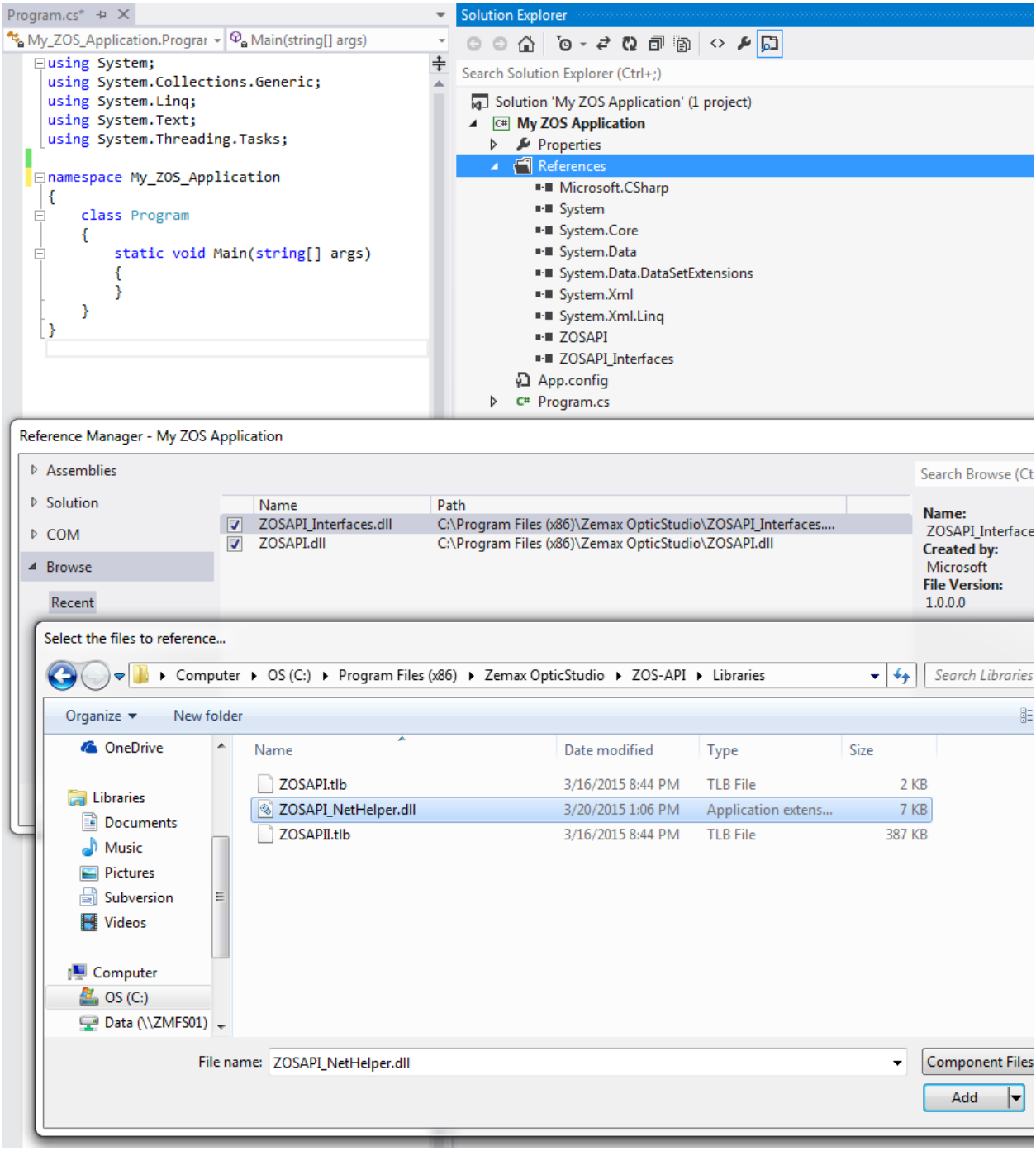

Program.cs*
My_ZOS_Application.Prograr
Main(string[] args)
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace My_ZOS_Application
{
class Program
{
static void Main(string[] args)
{
}
}
}
Solution Explorer
Search Solution Explorer (Ctrl+;)
Solution 'My ZOS Application' (1 project)
My ZOS Application
Properties
References
Microsoft.CSharp
System
System.Core
System.Data
System.Data.DataSetExtensions
System.Xml
System.Xml.Linq
ZOSAPI
ZOSAPI_Interfaces
App.config
Program.cs
Reference Manager - My ZOS Application
Assemblies
Solution
COM
Browse
Recent
Name
Path
ZOSAPI_Interfaces.dll
C:\Program Files (x86)\Zemax OpticStudio\ZOSAPI_Interfaces....
ZOSAPI.dll
C:\Program Files (x86)\Zemax OpticStudio\ZOSAPI.dll
Name:
ZOSAPI_Interface
Created by:
Microsoft
File Version:
1.0.0.0
Select the files to reference...
Computer
OS (C:)
Program Files (x86)
Zemax OpticStudio
ZOS-API
Libraries
Search Libraries
Organize
New folder
OneDrive
Libraries
Documents
Music
Pictures
Subversion
Videos
Computer
OS (C:)
Data (\\ZMFS01)
Name
Date modified
Type
Size
ZOSAPI.tlb
3/16/2015 8:44 PM
TLB File
2 KB
ZOSAPI_NetHelper.dll
3/20/2015 1:06 PM
Application extens...
7 KB
ZOSAPII.tlb
3/16/2015 8:44 PM
TLB File
387 KB
File name:
ZOSAPI_NetHelper.dll
Component Files
Add

图 1.3c

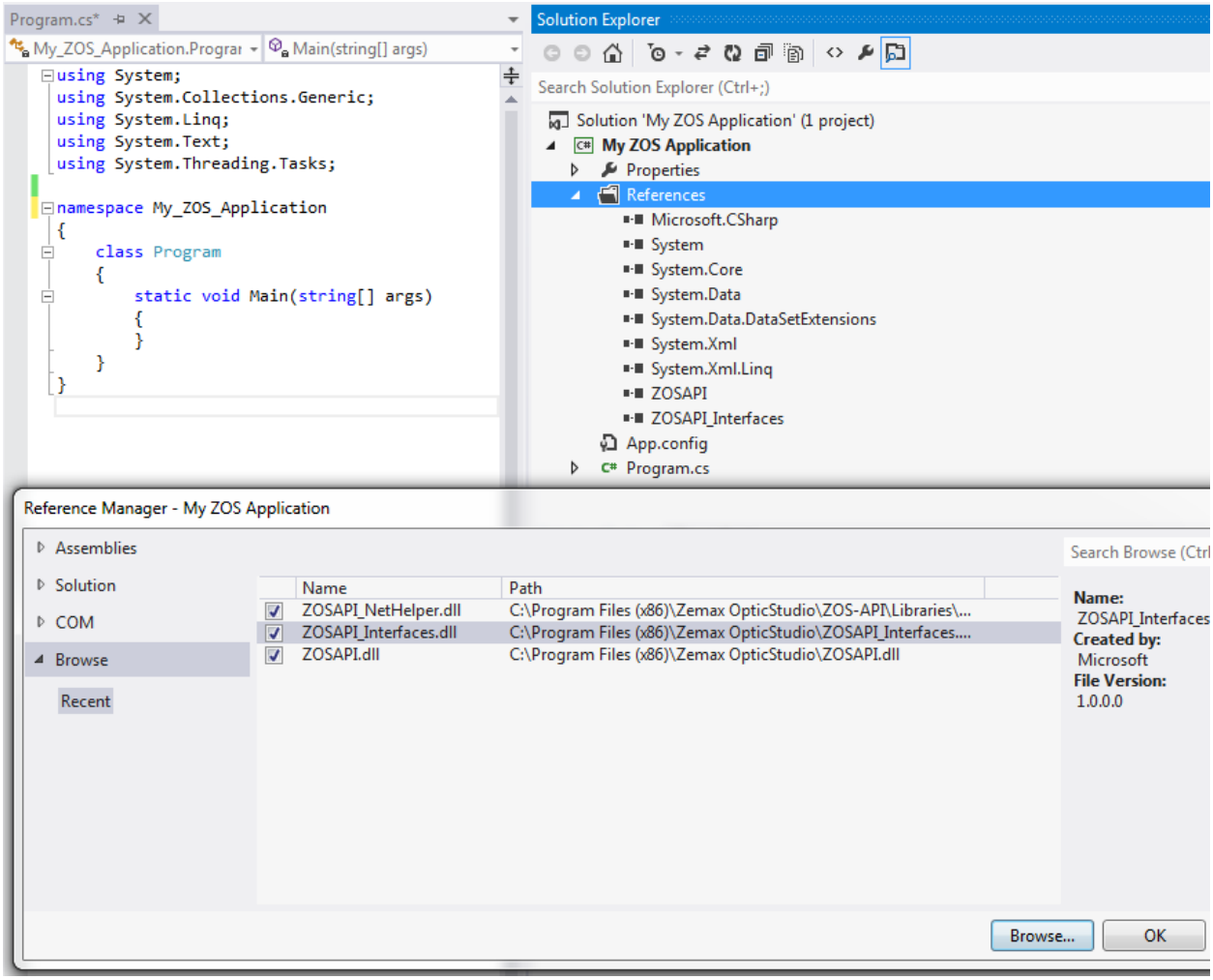


图 1.3d

<*右击*>[引用](References)，然后在[菜单](Menu)中选择[添加引用...](Add Reference)。在[引用管理器](Reference Manager)中，<*单击*>[浏览](Browse)，并导航到 ZOS-API/Libraries，<*单击*> ZOSAPI_NetHelper.dll 可显示*图 1.3c*。<单击>[添加](Add)，可显示*图 1.3d*，<单击>[确定](OK)，以显示*图 1.3e*。

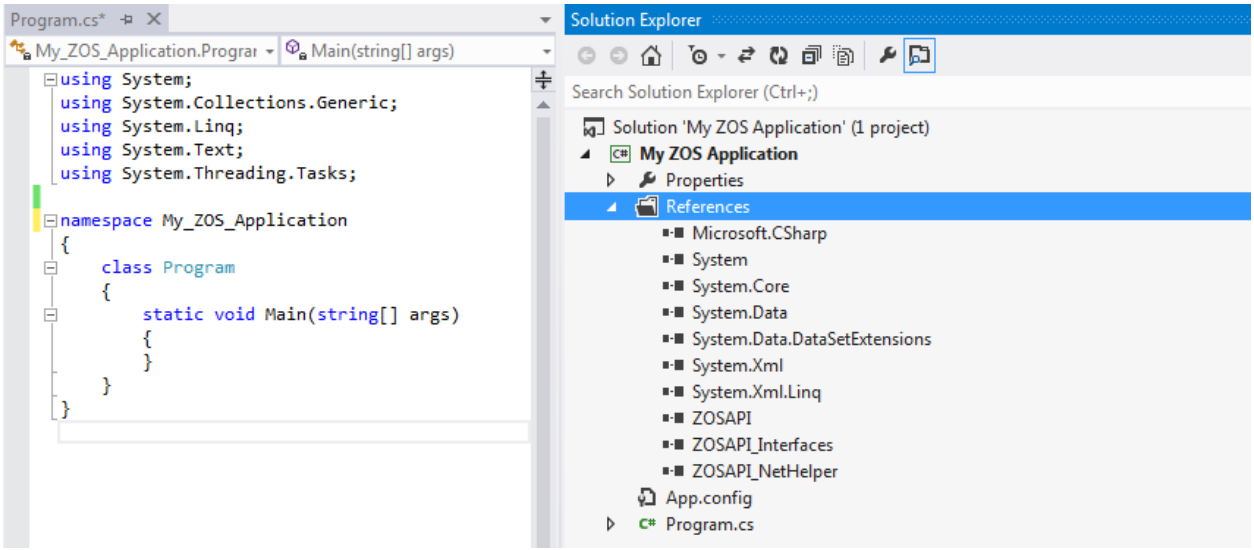


图 1.3e

在[解决方案资源管理器](Solution Explorer)-> [引用](Refereces)中，<右击> ZOSAPI，并从菜单中选择[属性](Properties)（*图 1.4*），将 *Copy Local* 从“True”更改为“False”。

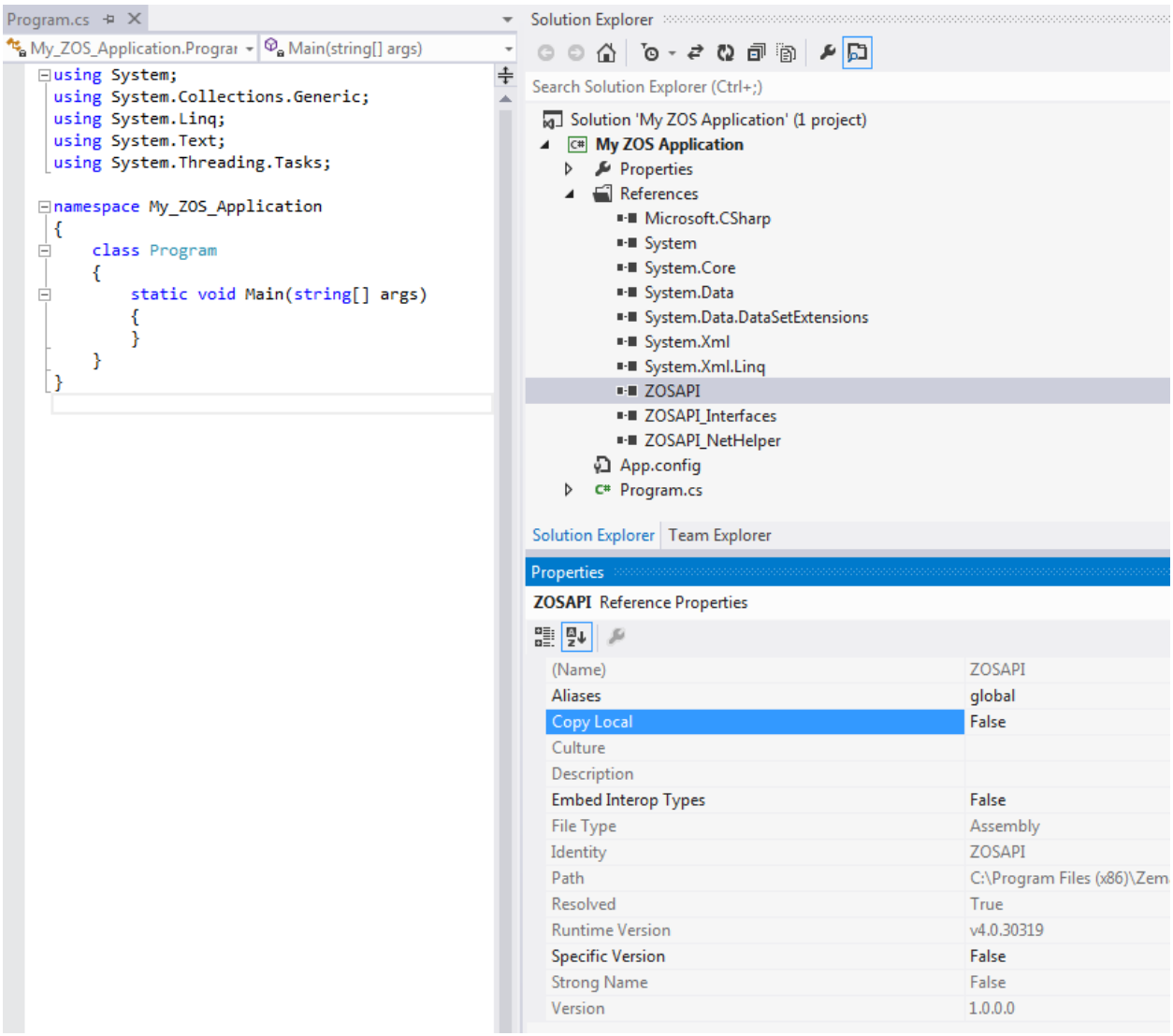


图 1.4

在[解决方案资源管理器](Solution Explorer)-> [引用](Refereces)中，<右击> ZOSAPI_Interfaces，并从菜单中选择[属性](Properties)（***图 1.5***），将 *Copy Local* 从“True”更改为“False”。

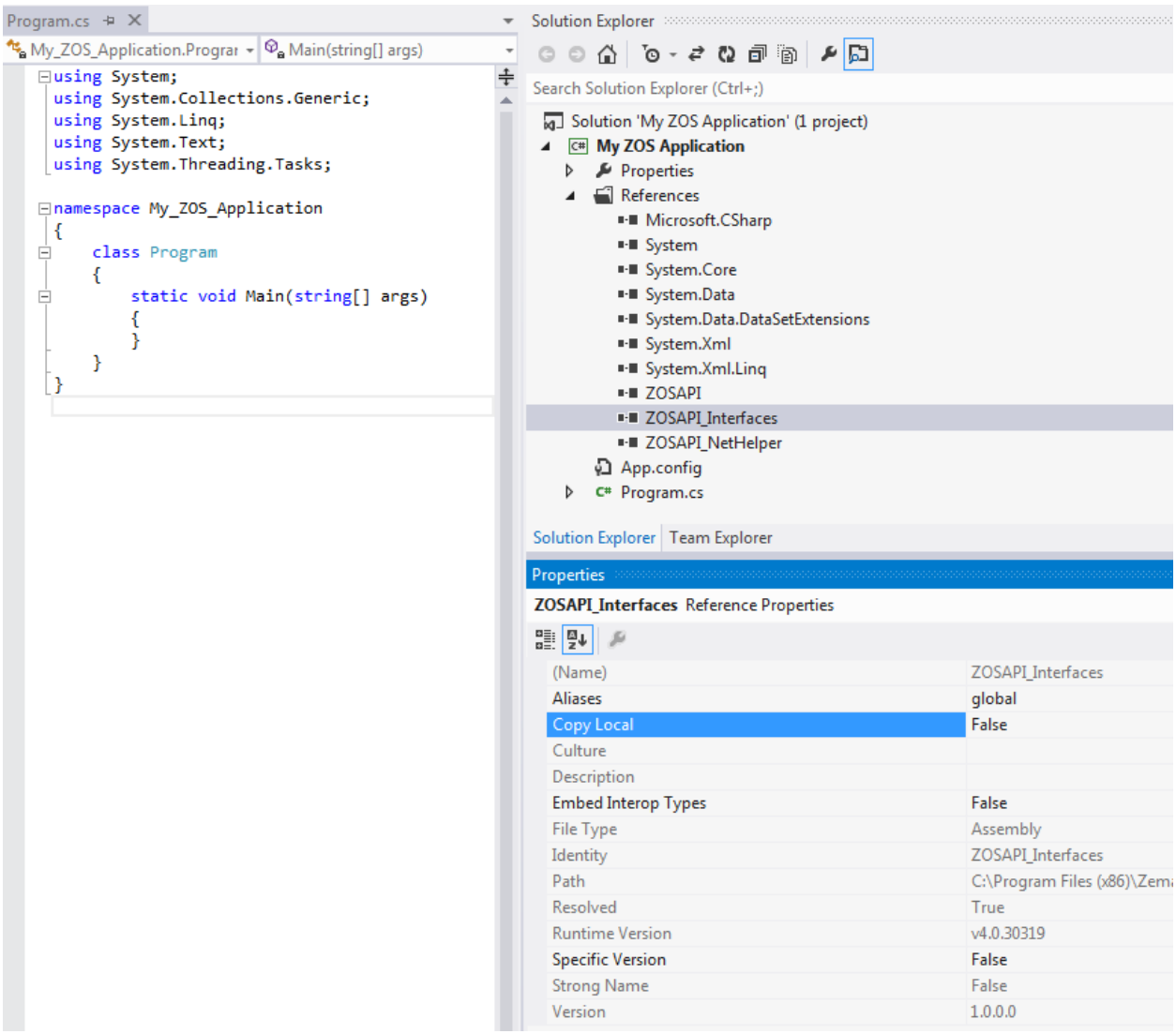


图 1.5

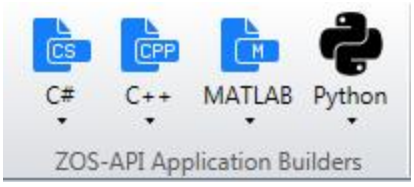
您没有更改 ZOSAPI_NetHelper 的任何属性。

注意：Copy Local 确定了在项目构建时是否将引用库复制到输出目录中。正确的操作是，ZOSAPI.dll 和 ZOSAPI_Interfaces.dll ***必须保留在 OpticStudio 安装目录中。*** *另一方面，ZOSAPI_NetHelper.dll 应始终位于运行应用程序的目录中。这意味着，如果您在开发自定义分析、自定义操作数或自定义扩展程序，ZOSAP I_NetHelper.dll* ***应该与您的插件一起复制到合适的位置。***

[自动创建项目](Automatically Creating a Project (For Visual Studio))

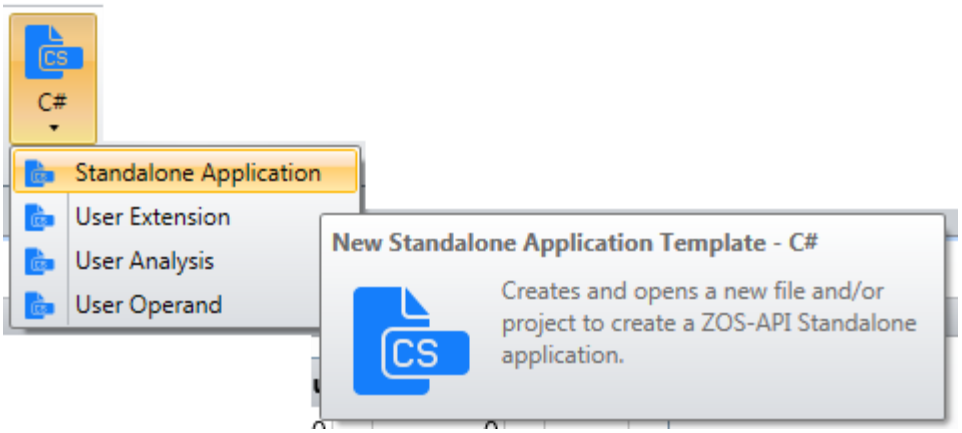
选择[**编程菜单**](Programing Tab)：

单击并转至[ZOS-API.NET 应用程序编译器](ZOS-API.NET Application Builders)组。

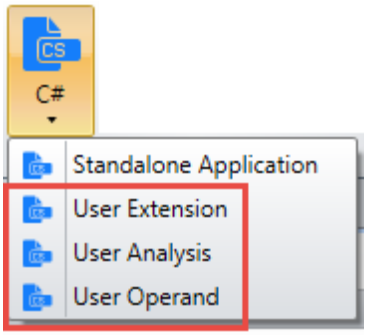


选择您要使用的编程语言，然后选择独立应用程序或者其中一种“固有”程序选项。

选择“独立”将为独立应用程序打开一个模板，在下一节[ZOS 独立应用程序](ZOS Standalone Applications)中将进行介绍。



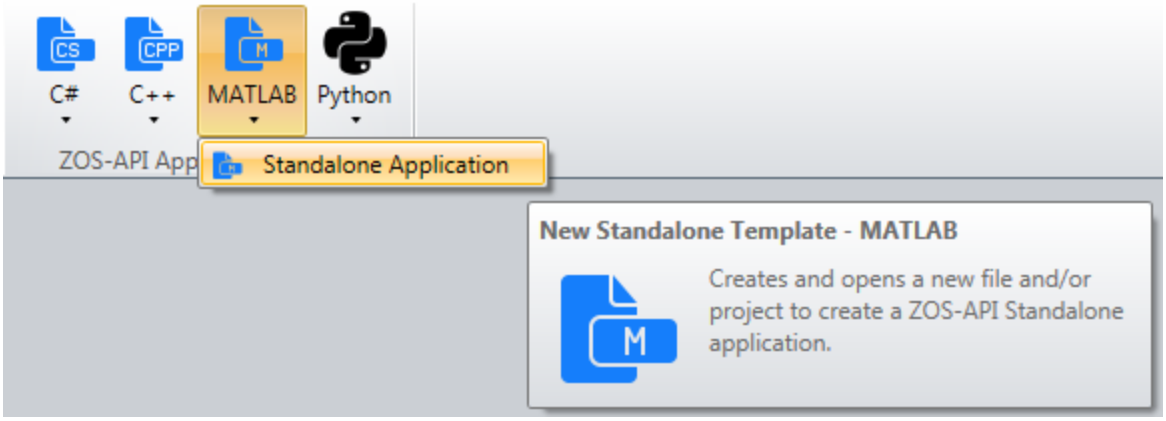
其余选项是[自定义扩展](User Extension)、[自定义分析](User Analyses)和[自定义操作数](User Operand)。这些均被视为“固有”程序，表示 ZOS 使用已编译的应用程序。在[ZOS 固有程序](ZOS Inherent(ZOS uses your Application))”章节中进行详细介绍。



[ZOS 独立应用程序](ZOS Standalone Applications)(Your Application Users ZOS)

[ZOS 独立应用程序](ZOS Standalone Applications 编译为 .exes，并且可以在任何其它独立应用程序中运行。

C#、C++、MATLAB 和 Python 编程语言均有适用于各自独立应用程序的模板。



单击[独立应用程序](**ZOS Standalone Applications**)将打开对应文件夹中所有有效的文件，设置属性，生成初始模板，并在 Visual Studio 中打开生成的解决方案。解决方案在 Zemax\ZOS-API Projects 文件夹中生成（参阅[最后的思考...](Final Thoughts)）。

[ZOS 固有程序](ZOS Inherent)（ZOS Uses Your Applications）

[ZOS 固有程序](ZOS Inherent Applications)也编译为 .exes，但为了在 Zemax OpticStudio 中使用，需要将这些 .exe 复制或创建到您的 ZOS 安装目录中的特定文件夹。指定文件夹名称因人而异；例如，我将使用：

C:\Program Files (x86)\Zemax OpticStudio\

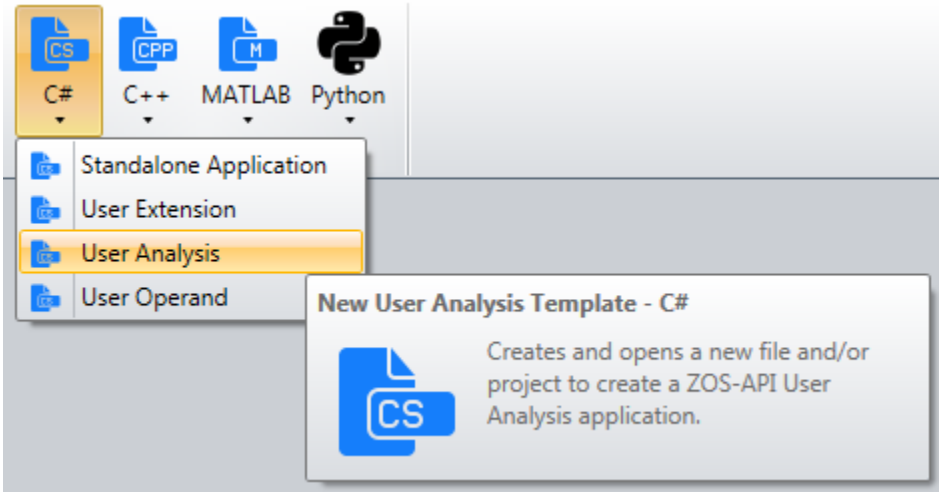
1) User Extensions: ZOS-API\Extensions
2) User Analysis: ZOS-API\User Analysis
3) User Operands: ZOS-API\Operands

请参阅 Zemax OpticStudio 帮助系统，查看调用应用程序的方式。

少数功能仅适用于 ZOS 固有应用程序，这些功能在本文档的各自章节中分别进行了介绍。

[ZOS 固有程序– 自定义分析](ZOS Inherent – User Analysis)

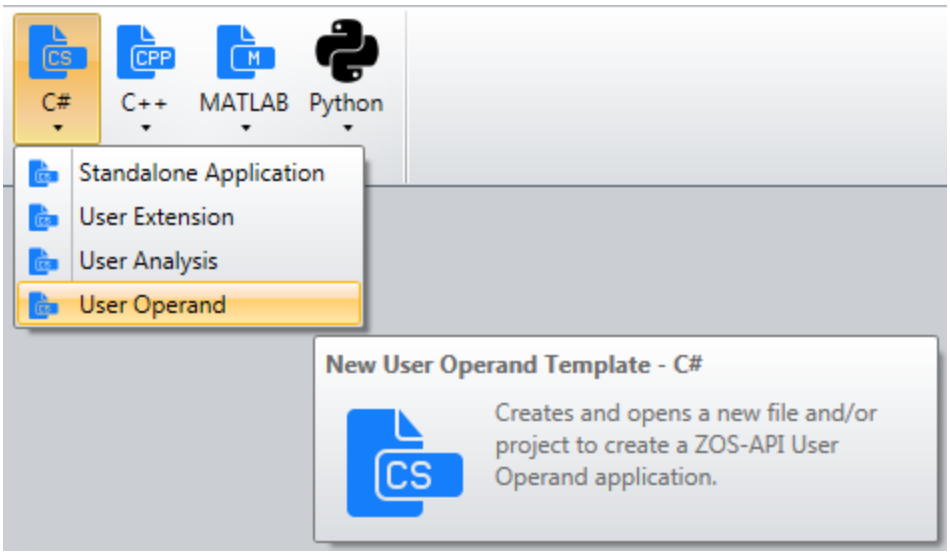
C# 和 C++ 编程语言包括自定义分析应用程序的模板：



有关更多信息，请参阅[自定义分析](User Analysis)。

[ZOS 固有程序 – 自定义操作数](ZOS Inherent – User Operand)

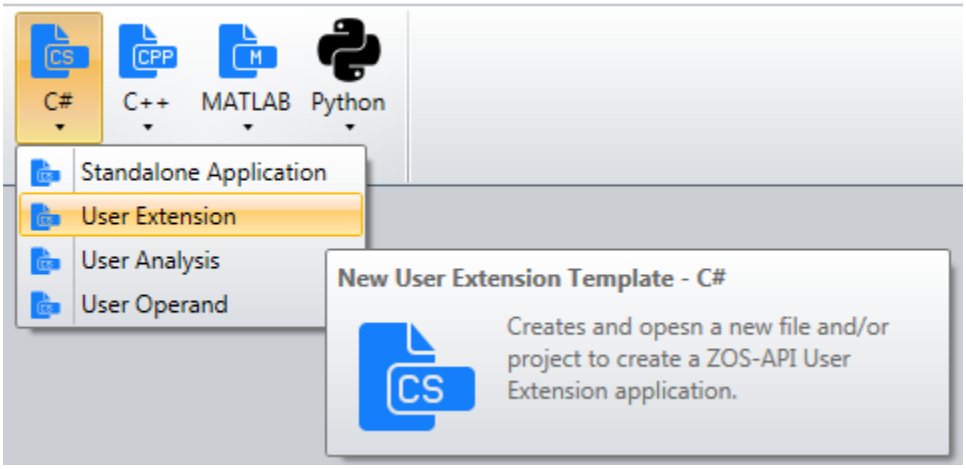
C# 和 C++ 编程语言包括自定义操作数应用程序的模板：



有关更多信息，请参阅[自定义操作数](User Operand)。

[ZOS 固有程序 – 自定义扩展](ZOS Inherent – User Extension)

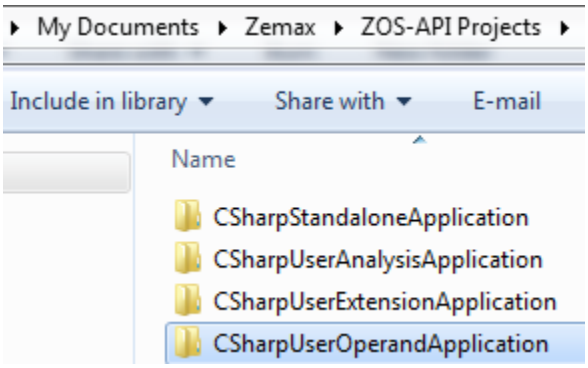
C# 和 C++ 编程语言包括自定义扩展的模板：



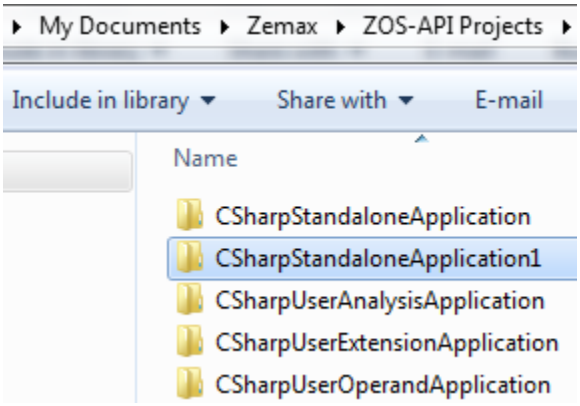
有关更多信息，请参阅[插件/扩展](Plug-in/Extension)。

[最后的思考…](Final Thoughts…)

在单击每个选项之后，Zemax OpticStudio 便生成了以下文件夹，每个文件夹都包含一个类似名称的 Visual Studio Solution。



如果需要生成另外一个**模板**，则它将生成一个类似名称的新的文件夹。



关闭解决方案时，不要忘了保存。

[有关模板代码的注意事项...](Cautionary Notes About the Boilerplate Code…)

1) 它包含非常简单的错误处理方法。
    a. 强烈建议您添加个性化的错误处理方法。
2) 在使用之前检查每个返回值是否为“NULL”，这是一种良好的习惯。
3) 将代码包装在 try/catch/finally 块有助于处理运行时的意外情况。
4) 此处使用的变量名称为[自我记录](self-documenting)
    a. 请根据需要随意更改。

注意：“主函数”(“Main”)初始化系统，然后调用另一个函数来实际“连接”到 API，并为应用程序做实际的工作。由于操作系统和编译器/优化程序可能执行“操作优化顺序”，某些代码序列可能会“预加载”一些“还不存在”函数，从而导致程序异常出错。

因此，为了避免程序出现异常可让“Main”调用二级函数，并且由二级函数执行应用程序的所有工作。

此外：用户应检查许可的运行时状态：

如果您的许可密钥：

1) 无效
2) 您需要新的许可
3) 有其它形式的许可错误
4) 过多 OpticStudio（14 或 15） 或 Zemax 13 实例正在运行

那么您的应用程序正确运行的可能性将被降低。

IZOSAPI_Application TheApplication

“TheApplication”（或者您选择用来调用的任何其他程序）可以访问 ZOS 已提供的所有地址。

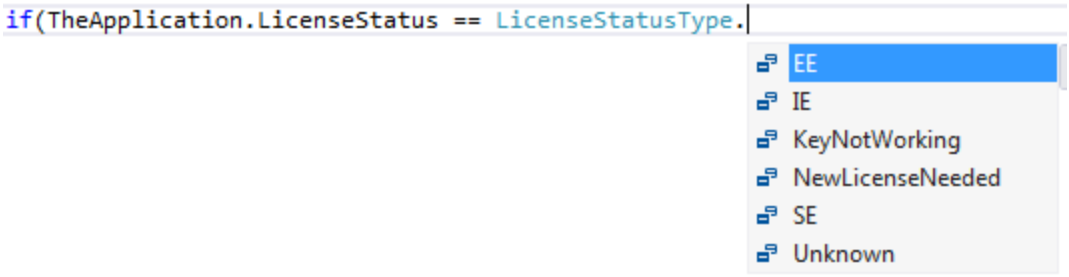
void TheApplication.CloseApplication()

关闭应用程序。由于一次只能运行一个应用程序。如果要执行新的应用程序，需要首先关闭旧的程序。请注意，这只适用于**独立模式， 自定义操作数、自定义分析或自定义扩展**则不允许关闭 OpticStudio。此外，在应用程序退出时，OpticStudio 的服务器实例也会自动关闭。

LicenseStatusType TheApplication.LicenseStatus（只读(Read Only)）

正如前面的示例代码所示，“LicenseStatus”反映了许可证的版本，或者尝试使用许可证来访问 Zemax Optic Studio 副本时所产生的任何错误。

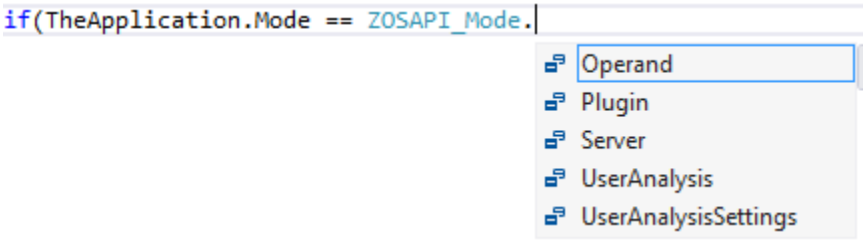
LicenseStatusType（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



ZOSAPI_Mode TheApplication.Mode（只读(Read Only)）

提供了系统的当前运行模式。

ZOSAPI_Mode（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



[在应用程序级别使用 IOpticalSystem](Working With IOpticalSystem at the Application Level)

IOpticalSystem TheApplication.PrimarySystem*（只读(Read Only)）*
当前[有效的](Active)光学系统。[主系统](PrimarySystem)是用于运行[分析](Analyses)或[工具](Tools)的系统。这是我们创建应用程序时创建的系统。

int TheApplication.NumberOfOpticalSystems*（只读(Read Only)）*
目前使用的光学系统数量。

IOpticalSystem NewSystem(SystemType type)

新建一个默认的[序列](Sequential)或[非序列](NonSequential)光学系统。用户可以根据需要创建和使用任何数量的系统，但只能有一个[主系统](PrimarySystem)。

IOpticalSystem LoadNewProject(String newProject)
通过加载给定的文件来新建一个光学系统。

IOpticalSystem GetSystemAt(int n)
获取第 n 个光学系统。

bool CloseSystemAt(int n, bool saveIfNeeded)
在需要时，关闭第 n 个光学系统并保存。

[Samples”文件夹](The Sample Folder) (TheApplication.SampleDir)

“SamplesFolder”是包含所有 OpticStudio 示例文件的文件夹路径。“SamplesFolder”也是使用标准 ZOS->File->SaveAs 时的默认存储位置。

例如，要创建“Sequential\\Objectives\\Cooke 40 degree field.zmx”的完整路径路径 (FQP)，您只需将“SamplesFolder”与以下字符串合并，如下所示：

```
string SamplesFolder = TheApplication.SamplesDir;
string SampleFile = "Sequential\\Objectives\\Cooke 40 degree field.zmx";
string FQP = System.IO.Path.Combine(SamplesFolder, SampleFile);
```

IOpticalSystem ThePrimarySystem

“ThePrimarySystem”提供了对当前加载的 ZMX 文件的访问权限，并且提供了若干操作和数据访问权限。

```
IOpticalSystem ThePrimarySystem = TheApplication.PrimarySystem;
```

[文件操作](File Operations)

“LoadFile”：加载一个镜头文件 (.ZMX)

重新调用之前对“FQP”的定义：

```
bool SuccessfulFileOpen = ThePrimarySystem.LoadFile(  lensFile:FQP,
saveIfNeeded: false
);
```

“New”：创建一个新的（默认）镜头数据文件 (Lens.ZMX)

```
ThePrimarySystem.New(saveIfNeeded: false);
```

“Save”：保存当前系统

将当前打开的系统保存到其原文件中。

```
ThePrimarySystem.Save();
```

“SaveAs”：将当前系统文件另存为 (.ZMX)

```
string SampleFileC = "Sequential\\Objectives\\Cooke 40 degree field-Copy 1.zmx";
string FQPCopy = System.IO.Path.Combine(SamplesFolder, SampleFileC);
ThePrimarySystem.SaveAs(fileName:FQPCopy);
```

“Close”：关闭当前打开的系统

```
bool SuccessfulClose = ThePrimarySystem.Close(saveIfNeeded: false);
```

ISystemData TheSystemData

“TheSystemData”包含系统所有的基本数据。

> *注意：在ZOS用户界面中，[系统选项](System Explorer)提供了查看和更改[系统数据](SystemData)的功能。*

```
ISystemData TheSystemData = ThePrimarySystem.SystemData;
```

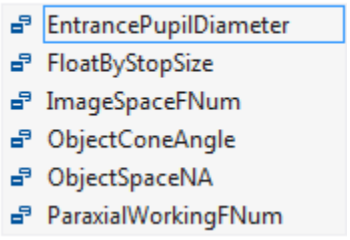
ISDApertureData Aperture

系统孔径定义通过轴上的光束尺寸大小。系统孔径是整个系统的 F/#、[入瞳直径](Entrance Pupil Diameter)、[数值孔径](Numerical Aperture)或[光阑尺寸](Stop Size)。这 4 个量中的任何一个都足以定义一个特定光学系统的其他 3 个量。系统孔径可用于定义物空间入瞳直径，入瞳直径用于发出所有光线。系统孔径始终是圆形。光线经过各种表面孔径出射后可能会出现渐晕。系统孔径只有一个，但表面孔径可以有多个。

```
ISDApertureData TheAperture = TheSystemData.Aperture;
```

ZemaxApertureType ApertureType

```
TheAperture.ApertureType = ZemaxApertureType.
```

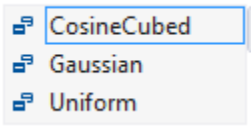


Double ApertureValue

系统孔径值的含义取决于所选择的系统孔径类型。例如，如果选择[入瞳直径](Entrance Pupil Diameter)作为系统孔径类型，则系统孔径值是以镜头单位表示的入瞳直径。

ZemaxApodizationType ApodizationType

```
TheAperture.ApodizationType = ZemaxApodizationType.
```



Double ApodizationFactor

切趾因子用于确定光瞳中振幅衰减的速度。仅适用于高斯切趾类型。

Bool ApodizationFactorIsUsed
如果希望切趾因子生效，请开启此功能。

Double SemiDiameterMargin
半口径余量允许在自动求解的表面半口径上增加一个额外固定的径向数据。默认值为零，表示不增加任何半口径余量。

Double SemiDiameterMarginPct
默认值为零，表示不增加任何半口径余量。当余量为 5% 时，表示在自动求解的表面半口径基础上将所有表面的半口径增加 5%。最大允许的半口径余量为 50%。不会将半口径余量增加到系统的光阑面上。
如果[百分比](percent)和[毫米](mm)半口径余量值都不为零，则首先添加百分比半口径余量，然后添加镜头单位的半口径余量。

ISurfaceSelection GCRS（只读(Read Only)）
*全局坐标参考面：*每个表面的全局坐标是由局部坐标进行旋转和平移后定义的。可以将任何表面作为全局坐标参考面， 计算出其他表面的旋转矩阵和偏移矢量。

Bool TelecentricObjectSpace
如果选中此复选框，ZOS 将假设入瞳位于无限，而不考虑光阑面的实际位置。

Bool AFocalImageSpace
如果选中此复选框，ZOS 将以无焦像空间的方式执行大部分分析功能，该光学系统的输出光线在像方空间中是平行的。

Bool IterateSolvesWhenUpdating
在更新时迭代求解。镜头数据编辑器中的参数求解，有时需要进行迭代计算才会更加准确。ZOS 通常可以检测到迭代需求。但是，如果 zos 不自动迭代，则在更新镜头数据时，勾选此选项会强制对所有的求解进行迭代。

Bool FastSemiDiameters

ZOS 需要频繁更新半口径，尤其是在优化过程中。用户使用时，在速度和准确性之间要做出相应的权衡。对于轴向系统，OpticStudio 只有在[半口径快速计算](Fast Semi-Diameters)选项“取消”勾选时，才使用速度较慢的迭代算法。

Bool CheckGRINApertures

检查 GRIN 孔径。如果选中此选项，则会命令 OpticStudio 检查梯度折射率光线追迹至所有表面孔径处渐晕与否。

IFields 视场(Fields)

此功能用于定义光线追迹的视场点的数量、类型和大小。还可以设置渐晕因子。

```
IFields TheFields = TheSystemData.Fields;

int nF = TheFields.NumberOfFields;

IField Field_2 = TheFields.GetField(position:2);

IField NewField = TheFields.AddField(x:1.2, y:3.4, weight:1.0);

bool wasSuccessful = TheFields.RemoveField(position:1);

TheFields.SetVignetting();

TheFields.ClearVignetting();

FieldType fT = TheFields.GetFieldType();

TheFields.SetFieldType(type:FieldType.ObjectHeight);

wasSuccessful = TheFields.MakeEqualAreaFields(numberOfFields:10,
                       maximumField:0.55
                      );
//
// To visit every field in the system
```

```
//
for(int idx = 1; idx <= TheFields.NumberOfFields; idx++)
{
  IField Field_n = TheFields.GetField(position: idx);
  //
  // Code to use 'Field_n'...
  //
}
```

IField 成员(members)

以下示例描述了如何获取现有视场值；也可以按常规方式来设置这些值。

```
// Using Field_n from above…

bool isActive = Field_n.IsActive;

double X = Field_n.X;

double Y = Field_n.Y;

double Weight = Field_n.Weight;

double VDX = Field_n.VDX;

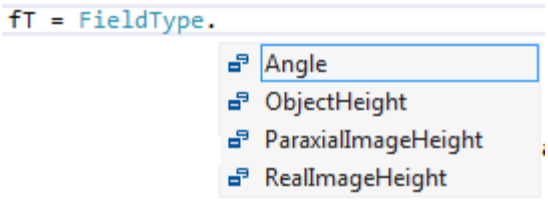
double VDY = Field_n.VDY;

double VCX = Field_n.VCX;

double VCY = Field_n.VCY;

double VAN = Field_n.VAN;
```

FieldType（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



角度(Angle Field) 角度视场始终以度为单位。角度是由物空间 Z 轴及 Z 轴上近轴的入瞳位置来测量的。正视场角表示这一方向的光线有正的斜率，对应于某距离处负的物空间坐标。

物高(Object Height) 以镜头单位表示

近轴像高(Paraxial Image) 以镜头单位表示。当用近轴像高来定义视场时，高度是指主波长下的主光线在像面上的近轴像面上的坐标。如果光学系统存在畸变，则实际的主光线位置会发生改变。

实际像高(Real Image) 以镜头单位表示。当用实际像高来定义视场时，高度是指主波长下的主光线在像面上的实际光线坐标。

IWavelengths 波长(Wavelengths)

波长通常以微米为单位输入。波长权重可用于定义相对光谱强度，或者仅用于定义设计中最重要的某些波长。“主”波长作为默认波长：例如，如果需要计算有效焦距，在没有指定波长的情况下，OpticStudio 将按照主波长进行计算。

```
IWavelengths TheWavelengths = TheSystemData.Wavelengths;

int nW = TheWavelengths.NumberOfWavelengths;

IWavelength Wave_1 = TheWavelengths.GetWavelength(position:1);

IWavelength NewWave = TheWavelengths.AddWavelength(
                wavelength:0.55,
                weight:1.0
               );
```

```
bool wlRemoved = TheWavelengths.RemoveWavelength(position:2);

bool slPreset = TheWavelengths.SelectWavelengthPreset(
                preset:WavelengthPreset.CO2_10p60
               );

bool gqOK = TheWavelengths.GaussianQuadrature(
                 minWave:0.44,
                 maxWave:0.77,
                 numSteps:QuadratureSteps.S12
                );
// Visit each Wavelength in the System

nW = TheWavelengths.NumberOfWavelengths;
for(int idx = 1; idx <= nW; idx++)
{
  IWavelength Wave_n = TheWavelengths.GetWavelength(position: idx);
  //
  // Code to use 'Wave_n'...
  //
}
```

IWavelength

```
// using Wave_n from above

bool isActiveWavelength = Wave_n.IsActive;   // READ ONLY

bool isPrimaryWavelength = Wave_n.IsPrimary;  // READ ONLY

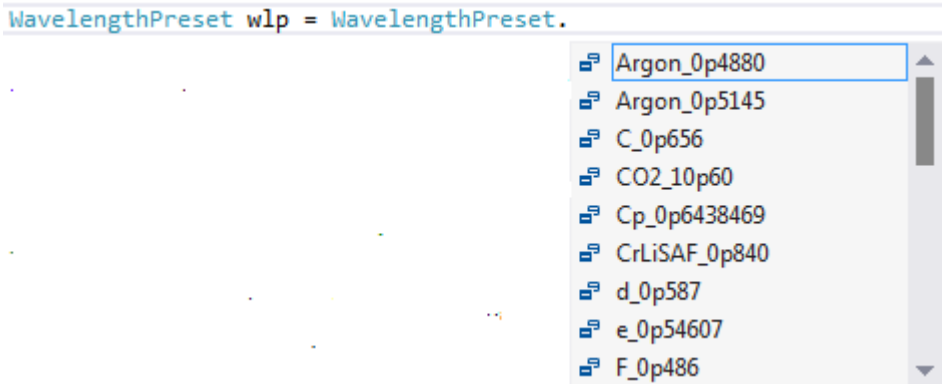
double dWL = Wave_n.Wavelength;

double dWeight = Wave_n.Weight;

Wave_n.MakePrimary();  // Make Wave_n the Primary Wavelength
```

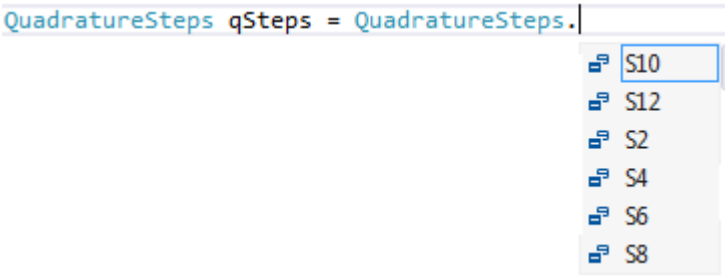
WavelengthPreset（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）

如下图所示显示了一些可用的波长预设值：



QuadratureSteps（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）

*求积（正交）算法*为宽带扩展光源光学系统的优化提供了最有效的波长和权重选择方法。



ISDEnvironmentData Environment

环境功能在[系统选项](System Explorer)中提供，可定义系统的温度和压强。请注意，波长始终是参照系统温度和压强下的[空气](air)来测量的（以微米为单位）。

```
ISDEnvironmentData TheEnvironment = TheSystemData.Environment;
```

Double Temperature

系统温度，以摄氏度为单位。

Double Pressure

系统气压，以标准大气压为单位。值为 0.0 表示真空，值为 1.0 表示海平面。

Bool AdjustIndexToEnvironment

折射率数据与环境匹配。如果设置了此选项，用于光线追迹的所有折射率数据会根据当前的系统温度与压强，在“原始”玻璃库中的数据基础上进行调整。

ISDPolarizationData Polarization

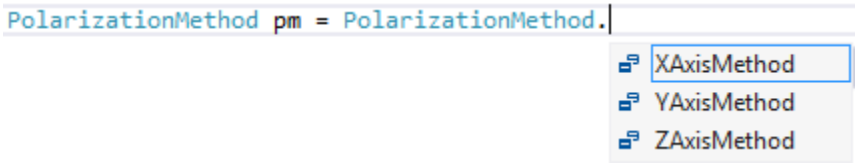
本节中的数据用于设置多个使用偏振光线追迹的序列分析计算中的默认输入偏振状态。对于支持[使用偏振](Use Polarization)的序列分析功能（如点列图(Spot Diagrams)和 RMS vs. Field 等）来说，这是设置初始偏振状态的唯一方法。

```
ISDPolarizationData ThePolarizationData = TheSystemData.Polarization;
```

Bool Unpolarized

如果设置，则忽略偏振值 Jx、Jy、X-相位和 Y-相位，并且会执行无偏振计算。通过追迹两条正交偏振光线，并对透射结果取平均，从而得到无偏振计算。

PolarizationMethod Method



根据光线矢量，选择定义 S 和 P 矢量的偏振方法。

Bool ConvertThinFilmPhaseToRayEquivalent

将膜层相位转换成等效几何光线。如果设置，ZOS 会将使用膜层计算得到的偏振相位转换为沿光线的相位。如果不选择此选项，则光场系数不会转换为光线系数。推荐使用默认设置：将光场膜层相位转换为光线相位。

Double Jx, Jy, XPhase, YPhase

这些值用于定义默认的输入偏振状态，只有在用户未勾选[无偏振](Unpolarized)时才可用。偏振由四个数值进行定义：Jx 和 Jy 表示 X 方向和 Y 方向 中的电场大小，X-相位和 Y-相位表示以度为单位的相位角。

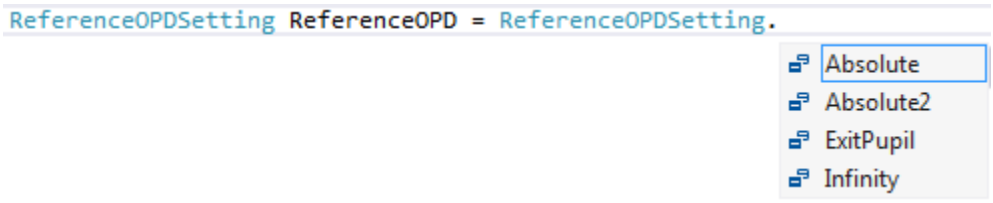
ISDAdvancedData 高级（Advanced）

更改这些设置之前，请务必仔细阅读本文档。

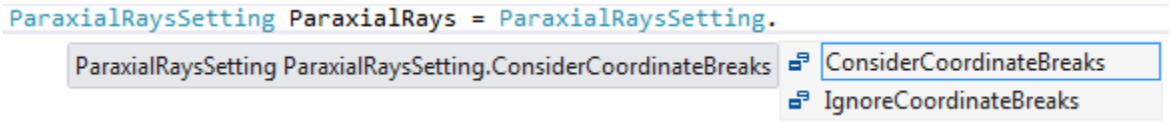
```
ISDAdvancedData TheAdvancedData = TheSystemData.Advanced;
```

ReferenceOPDSetting ReferenceOPD

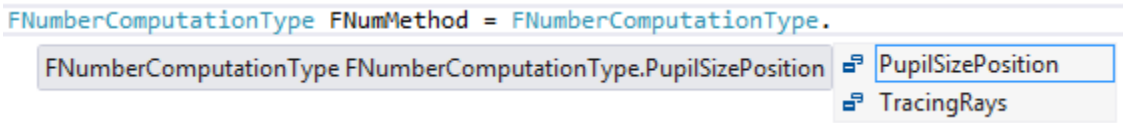
光程差(OPD)在光学设计计算中具有重要意义，因为 OPD 代表了成像的波前相位误差。与零光程差 (OPD) 的任何偏差都可能降低光学系统所形成的衍射像像质。



ParaxialRaysSetting ParaxialRays



FNumberComputationType FNumMethod



Bool DontPrintCoordinateBreakData

如果设置，将不会输出坐标间断表面的选定数据。使用此选项可缩短或简化一些文本列表，特别是在具有多个坐标间断表面的系统中。

Bool TurnOffThreading

关闭线程。如果设置，OpticStudio 不会将计算分成多个线程执行。线程可以让具有多个 CPU 或多核 CPU 的计算机更快地计算出结果。关闭线程的唯一原因是存在内存不足，无法将计算分解为多

个单独的线程。

Bool OPDModulo2PI

如果设置，所有 OPD 数据将被计算为总 OPD 的小数部分。所有的 OPD 计算都将返回-π 和 π 之间的结果，或-0.5 和 0.5 个波长。这种计算 OPD 的方法可以应用于某些特定的场合。但是，除非用户完全理解以这种方式计算 OPD 的含义和后果，否则就不建议使用此方法计算 OPD。

Bool IncludeCalculatedDataInSessionFile

如果设置，则所有打开的分析窗口(序列模式)或所有探测器(非序列模式)的计算数据将缓存在当前 Session 文件中。

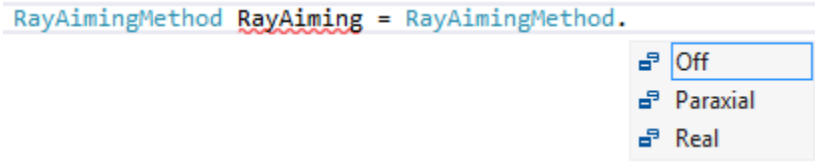
ISDRayAimingData RayAiming

光线瞄准 控制光线瞄准算法所使用的数据。

```
ISDRayAimingData RayAiming = TheSystemData.RayAiming;
```

RayAimingMethod RayAiming

光线瞄准算法是 OpticStudio 中的一种迭代光线追迹算法，它能够正确找出由物面发出的恰好通过给定尺寸光阑面的光线。



Bool UseRayAimingCache

如果设置，ZOS 将缓存光线瞄准坐标，使新的光线追迹利用光线追迹算法的上一次迭代。使用缓存可以大幅提高光线追迹的速度。

Bool UseRobustRayAiming

如果设置，ZOS 将使用更可靠，但速度较慢的光线瞄准算法。即使光线瞄准缓存已开启，也只有在光线瞄准算法失败时，才应当设置此功能。

Bool ScalePupilShiftFactorsByField

光瞳压缩比例因子。如果设置，x 和 y 光瞳漂移值也将会随着视场缩放；否则，x 和 y 漂移值用于所有视场，而不进行任何缩放。所有漂移量都以镜头单位表示。

Double PupilShiftX, PupilShiftY, PupilShiftZ

有三个光瞳漂移分量：x、y 和 z；所有值都以镜头单位表示。光瞳漂移用来移动近轴入瞳瞄准点的中心。漂移分量 z 为正值表示实际光瞳瞄准点在近轴光瞳的右侧；负值表示在左侧。

Double PupilCompressX, PupilCompressY

x 和 y 压缩值用于更改近轴入瞳的相对坐标，来开始进行迭代。值为零表示没有压缩，而值为 0.1 表示将光瞳压缩 10%。

ISDMaterialCatalogData MaterialCatalogs

```
ISDMaterialCatalogData MaterialCatalogs = TheSystemData.MaterialCatalogs;
```

String[] GetCatalogsInUse()

获取包含当前正在使用的玻璃库名称的字符串数组。

String[] GetAvailableCatalogs()

获取包含所有可用玻璃库名称的字符串数组。

Bool IsCatalogInUse(string catalog)

目前正在使用的玻璃库是否是字符串变量所指定的玻璃库？

Bool RemoveCatalog(string catalog)

是否成功移除了给定的玻璃库？

Bool AddCatalog(string catalog)

是否成功添加给定玻璃库？

ISDTitleNotes TitleNotes

```
ISDTitleNotes TitleNotes = TheSystemData.TitleNotes;
```

String Title

镜头标题将显示在图形和文本输出中。

String Notes

备注部分允许输入与镜头文件一起存储的几行文本。

ISDFiles Files

此功能用于选择 OpticStudio 目录中包含此镜头相关数据的文件。

```
ISDFiles Files = TheSystemData.Files;
```

String[] GetCoatingFiles()

包含所有可用[膜层文件](Coating Files)的字符串数组。

String CoatingFile

获取/设置[膜层文件](Coating Files)。

String[] GetScatterProfiles()

包含所有可用[散射配置文件](Scattering Profiles)的字符串数组。

String ScatterProfile

获取/设置[散射配置文件](Scattering Profiles)。

String[] GetABgDataFiles()

包含所有可用 [ABg 数据文件](ABg Data Files)的字符串数组。

String ABgDataFile

获取/设置[ABg 数据文件](ABg Data Files)。

String[] GetGradiumProfiles()

包含所有可用 [Gradium 折射率配置文件](Gradium Profiles)的字符串数组。

String GradiumProfile

获取/设置 [Gradium 折射率配置文件](Gradium Profiles)。

Void ReloadFiles()

重新加载所有文件。

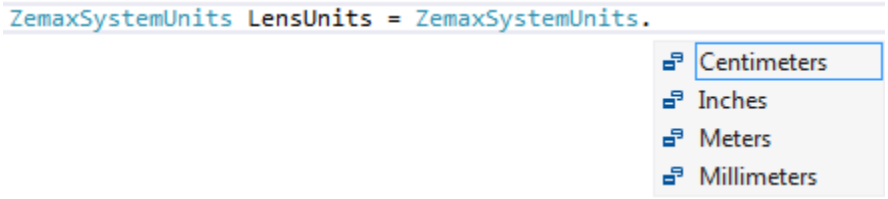
ISDUnitsData 单位（Units）

指定各种度量单位。

```
ISDUnitsData UnitsData = TheSystemData.Units;
```

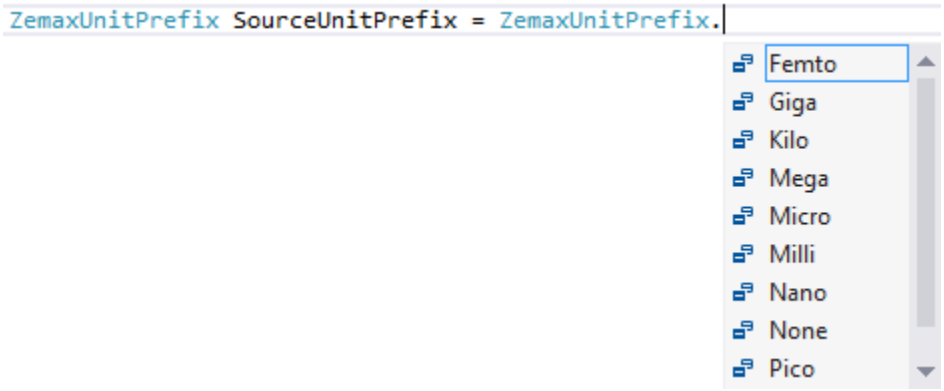
ZemaxSystemUnits LensUnits

镜头单位。这些单位适用于 OpticStudio 中如半径、厚度、入瞳直径、非序列位置坐标和大多数其它参数等数据。



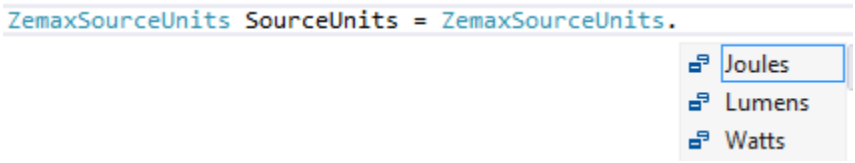
ZemaxUnitPrefix SourceUnitPrefix

光源前缀单位。当以文本形式输出时，提供附加到[光源单位](Source Units)中的前缀。



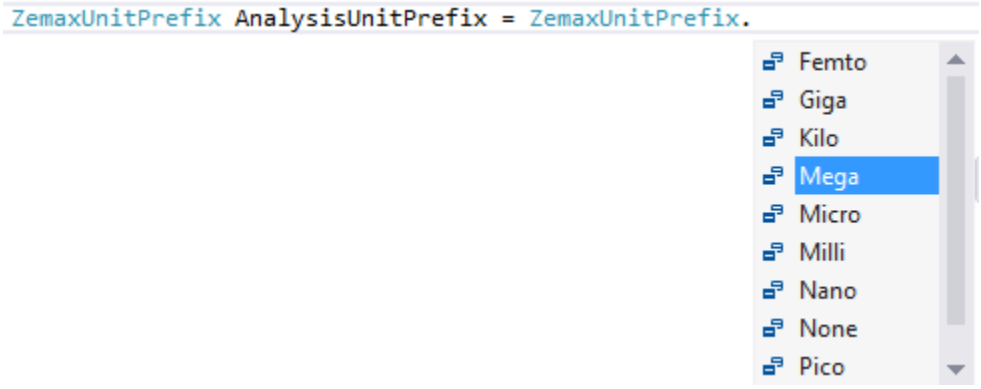
ZemaxSourceUnits SourceUnits

[光源单位](Source Units)定义通过非序列光源的光通量（功率）或能量的测量单位。此设置针对在非序列元件编辑器中定义的光源，以及在物理光学分析中定义的光功率和辐照度。



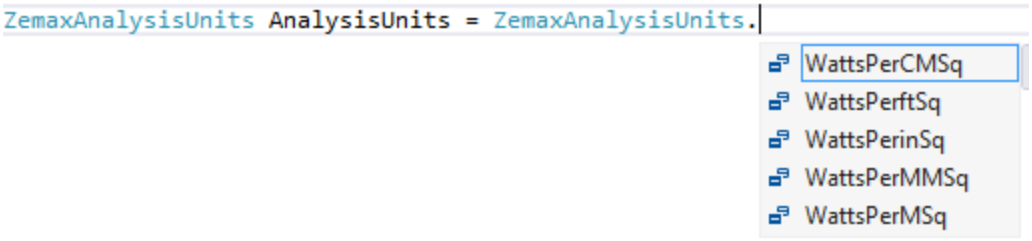
ZemaxUnitPrefix AnalysisUnitPrefix

前缀的分析单位。当以文本形式输出时，提供附加到[分析单位](Analysis Units)中的前缀。



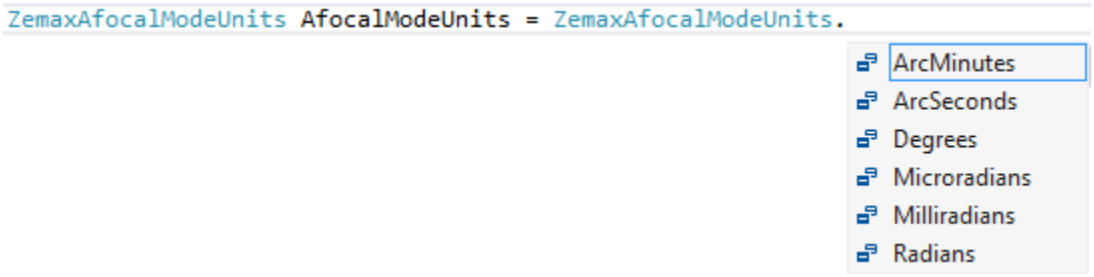
ZemaxAnalysisUnits AnalysisUnits

[分析单位](Analysis Units)定义了（辐射测量的）辐射照度或（光度测定的）照度的单位。此设置只影响非序列元件编辑器中定义的探测器上所显示的数据。



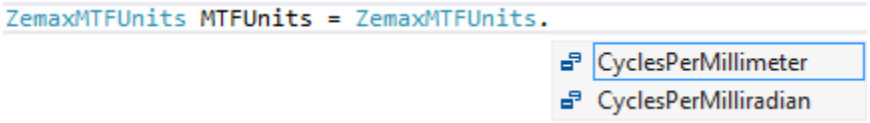
ZemaxAfocalModeUnits AfocalModeUnits

无焦模式单位可能为微弧度(microradians)、毫弧度(milliradians)、弧度(radians)、角秒(arc-seconds)（1 度的 1/3600）、角分(arcminutes)（1 度的 1/60）或度(degrees)。



ZemaxMTFUnits MTFUnits

聚焦系统的 MTF 单位可能为周期/毫米(cycles/millimeter)或周期/毫弧度(cycles/ milliradian)。



分析 Analysis

您需要添加新的“using”子句（如果用户之前一直按照文中介绍的流程进行编程，则在文件顶部添加）：

```
using ZOSAPI;
using ZOSAPI.Analysis;
```

“TheAnalyses”（注意这是复数形式）包含访问ZOS分析功能的所有信息。

```
I_Analyses TheAnalyses = ThePrimarySystem.Analyses;
```

[启动分析](Starting an Analysis)

“IA_”：分析的接口。

注意，当分析状态为“started”时，表示尚未生成任何结果。在标准 ZOS 术语中，考虑设置了[配置选项] (Preference)“[新建绘图时显示设置](Show Options First)”。命名约定几乎完全模拟 ZOS UI 工具栏中的分析名称，并添加了“New_”。Visual Studio 的语法提示非常有助于您找到不确定的项目。

```
IA_ FftMtf = TheAnalyses.New_FftMtf();
```

[查看分析信息](Viewing Analysis Information)

所有分析都具有的一些通用项是：

```
string title = FftMtf.Title;

string analysisName = FftMtf.GetAnalysisName;

IAS_ settings = FftMtf.GetSettings();

IAR_ results = FftMtf.GetResults();

bool isRunning = FftMtf.IsRunning();

IMessage iM_1 = FftMtf.Apply();

IMessage iM_2 = FftMtf.ApplyAndWaitForCompletion();

FftMtf.WaitForCompletion();

FftMtf.Close();
```

其他关注的内容：

1) IAS_：用于分析的设置界面（settings）
2) IAR_：用于分析的结果界面（results）
3) 如果一个分析状态为“IsRunning()”
    a. “GetResults()”不会为您提供正确的结果。
    b. “WaitForCompletion()”会暂停您的应用程序，并等待分析完成。
    c. 如果此时用户使用“Apply()”（或者“ApplyAndWaitForCompletion()”），则当前运行的分析将终止，并且会启动新的分析。
4) “Apply()”将“应用”设置，启动分析并返回。
    a. “ApplyAndWaitForCompletion()”将执行“Apply()”，并等待分析完成。
5) 如果分析正在运行，则“Close()”会终止分析，并将其关闭。设置为正在分析的变量不会发生改变，但您不能使用 任何分析数据、设置或结果。

[更改设置](Changing Setting)

“IAS_”： 用于分析的设置界面。

ZOSAPI 是基于[接口](Interfaces)的概念创建的。（通过读者的练习来加深对接口的理解。）

作为一名经验丰富的 Zemax OpticStudio 用户，您知道每个分析都具有自己的[设置](Setting)组。在 ZOSAPI 中，每个分析的设置都是在一个接口中定义的，为了让编译器了解您要执行的操作，您必须告知编译器将要使用的接口。OpticStudio 还将“分组”在一起的每个分析放在各自的[名称空间](namespaces)中。例如，对于 FftMtf 分析，您需要在文件的顶部添加另一个“using”语句：

```
using ZOSAPI.Analysis.Mtf;
```

以下代码行提供了对 FftMtf 分析设置的访问权限：

```
IAS_FftMtf FftMtf_Settings = FftMtf.GetSettings() as IAS_FftMtf;
```

您可解为：

使用分析（变量为 **FftMtf**），将 Settings 分配给变量 **FftMtf_Settings**，并使用[*FftMtf Analysis 分析设置的接口*](*Interface to Analysis Settings for the FftMtf Analysis*)来访问其中的数据。

注意：虽然可以使用 C# 语言类型 'type' 'var'，但是在编译时使用实际类型名称来获取可能出现的类型错误是不太明智的。

[含内置类型的设置](Settings with 'built-in' types)

内置类型值的设置(bool、int、Double 等)非常简单：

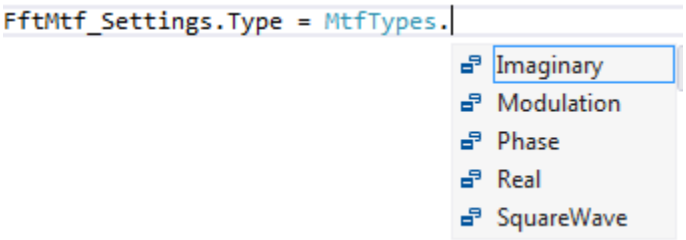
```
FftMtf_Settings.ShowDiffractionLimit = true;
FftMtf_Settings.UsePolarization = false;
FftMtf_Settings.MaximumFrequency = 42.0;
bool fftIsUsingDashes = FftMtf_Settings.UseDashes;
```

[具有离散值的设置](Settings That Have Discrete Values)

在 Zemax OpticStudio UI 中，这些设置通过从选项列表（Zemax OpticStudio UI 下拉菜单中显示）中的选项来设置。首先将[选项列表](list of choices)定义为“enum”的成员，然后通过将 enum 作为它的类型来定义这些设置。因此：

```
MtfTypes currentType = FftMtf_Settings.Type;
FftMtf_Settings.Type = MtfTypes.SquareWave;
FftMtf_Settings.SampleSize = SampleSizes._128x128;
```

[选项列表](list of choices)示例：



Fields

Fields 使用函数来获取和设置视场值。还有其它功能可用于设置**视场**。“set”函数返回“IMessage”，其中包含了当您尝试将 Field 设置为非法值时发生的任何错误。

```
int nF_FftMtf = FftMtf_Settings.Field.GetFieldNumber();
IMessage iM_SetFieldN = FftMtf_Settings.Field.SetFieldNumber(nF + 11);
IMessage iM_UseAllFields = FftMtf_Settings.Field.UseAllFields();
```

Wavelengths

Wavelengths 使用函数来获取和设置波长值。还有其它功能可用于设置 Wavelengths。“set”函数返回“IMessage”，其中包含了当您尝试将 Wavelength 设置为非法值时发生的任何错误。

```
int numW = FftMtf_Settings.Wavelength.GetWavelengthNumber();
IMessage iM_WaveN = FftMtf_Settings.Wavelength.SetWavelengthNumber(11);
IMessage iM_UseAllWaves = FftMtf_Settings.Wavelength.UseAllWavelengths();
```

Surfaces

Surfaces 使用函数来获取和设置其值。还有其它功能可用于设置 Surfaces。“set”函数返回“IMessage”，其中包含了当您尝试将 Surface 设置为非法值时发生的任何错误。

```
int nS = FftMtf_Settings.Surface.GetSurfaceNumber();
IMessage iM_SetSurfN = FftMtf_Settings.Surface.SetSurfaceNumber(22);
IMessage iM_UseImageSurf = FftMtf_Settings.Surface.UseImageSurface();
IMessage iM_UseObjSurf = FftMtf_Settings.Surface.UseObjectiveSurface();
```

[生成结果](Generating Results)

使用先前定义的变量“FftMtf”…

```
bool isFftMtfRunning = FftMtf.IsRunning();
IMessage iM_FftMtfApply = FftMtf.Apply();
IMessage iM_FftMtfApplyAndWait = FftMtf.ApplyAndWaitForCompletion();
FftMtf.WaitForCompletion();
```

1) 如果此时的分析状态是“IsRunning()”，则表示结果尚未计算出来。
2) “Apply()”将使用当前设置开始分析并返回结果。再次注意，当分析状态为“IsRunning()”时，结果无效。
    a. 在分析完成之前，“WaitForCompletion()”不会从其调用函数中返回。
3) “ApplyAndWaitForCompletion()”将开始进行一项分析，并且在分析完成之前不会返回结果。

[获取结果](Getting Results)

IAR_：分析结果界面

如果您一直按照前面介绍的内容进行操作，您可能会注意到“IAS_”和“IAS_FftMtf”设置界面概念的不同。“IAS_”用于定义所有设置中目前没有的通用项，并且用于定义所有分析设置的“通用接口”。而“IAS_FftMtf”用于定义对 FftMtf 分析设置的访问权限，因为 FftMtf 分析的设置是 FftMtf 分析所独有的。

“结果”则不同，因为没有某些特定的结果是由“特定”分析独有的。[所有的](ALL)分析结果都是由“IAR_”来定义的。（因此，没有“IAR_FftMtf”。）

已经叙述过区别，希望用户不要混淆以上两个问题，接下来我们继续。

如前面所述：

```
IAR_ FftMtf_Results = FftMtf.GetResults();
```

使用变量“FftMtf_Results”

IAR_MetaData MetaData

```
IAR_MetaData metadata = FftMtf_Results.MetaData;

string featureDescription = metadata.FeatureDescription;
string lensFile = metadata.LensFile;
string lensTitle = metadata.LensTitle;
DateTime runDate = metadata.Date;
IAR_HeaderData headerData = FftMtf_Results.HeaderData;
string[] headerDataLines = headerData.Lines;
```

IAR_DataGrid[] DataGrids

如果结果数据不能用网格表示，则该值将为空。
否则，它将包含“IAR_DataGrid”项的数组（ “dataGrids.Length”的大小）。因此，要在结果中查看每个“IAR_DataGrid”:

```
IAR_DataGrid[] dataGrids = FftMtf_Results.DataGrids;

for (int gridN = 0; gridN < dataGrids.Length; gridN++)
{
  IAR_DataGrid dataGrid = dataGrids[gridN];

  if(dataGrid == null) { continue; }
  //
  // Perform operations on 'dataGrid'
  //
}
```

IAR_DataGrid

使用上面的‘dataGrid’ 变量:

```
string description = dataGrid.Description;
string Label_X_Axis = dataGrid.XLabel;
string Label_Y_Axis = dataGrid.YLabel;
string Value_Label = dataGrid.ValueLabel;
uint Nx = dataGrid.Nx;
uint Ny = dataGrid.Ny;
double MinX = dataGrid.MinX;
double MinY = dataGrid.MinY;
double Dx = dataGrid.Dx;
double Dy = dataGrid.Dy;

double[,] Values = dataGrid.Values;
```

[在网格中访问每个值](Visiting each Value in the Grid)

使用这些定义的变量来计算 X 和 Y 值并得到该点对应的 Z 值。

```
if (Values != null)
{
  for (int nRow = 0; nRow < Nx; nRow++)
  {
    double X_Value = (MinX + (nRow * Dx));

    for (int nCol = 0; nCol < Ny; nCol++)
    {
      double Y_Value = (MinY + (nCol * Dy));
      double Z_Value = Values[nRow, nCol];
    }
  }
}
```

[将 DataGrids 全部放到一起](Putting DataGrids all together)

在所有网格中访问所有值：

```
IAR_DataGrid[] dataGrids = FftMtf_Results.DataGrids;

for (int gridN = 0; gridN < dataGrids.Length; gridN++)
{
  IAR_DataGrid dataGrid = dataGrids[gridN];

  if(dataGrid == null) { continue; }
  //
  // Perform operations on 'dataGrid'
  //
  string description = dataGrid.Description;
  string Label_X_Axis = dataGrid.XLabel;
  string Label_Y_Axis = dataGrid.YLabel;
  string Value_Label = dataGrid.ValueLabel;
  uint Nx = dataGrid.Nx;
  uint Ny = dataGrid.Ny;
  double MinX = dataGrid.MinX;
  double MinY = dataGrid.MinY;
  double Dx = dataGrid.Dx;
  double Dy = dataGrid.Dy;
  double[,] Values = dataGrid.Values;

  if (Values != null)
  {
    for (int nRow = 0; nRow < Nx; nRow++)
    {
      double X_Value = (MinX + (nRow * Dx));

      for (int nCol = 0; nCol < Ny; nCol++)
      {
        double Y_Value = (MinY + (nCol * Dy));
        double Z_Value = Values[nRow, nCol];
      }
    }
  }
}
```

IAR_DataGridRgb[] DataGridsRgb

RGB 网格本质上类似于**数据网格**；它是 RGB **值**，而不是双精度值。
如以下双精度数值语句：

```
double[,]               Values               =               dataGrid.Values;
double Z_Value = Values[nRow, nCol];
```

可以使用如下语句进行替换：

```
IAR_Rgb[,]               Values               =               dataGrid.Values;
IAR_Rgb RGB_Value = Values[nRow, nCol];
```

IAR_DataSeries[] DataSeries

如果数据结果不能用序列表示，则该值将为空。

否则，它将包含“IAR_DataSeries”项（ 大小为“dataSeries.Length”）的数组。因此，要在结果中查看每个“IAR_DataSeries”：

```
IAR_DataSeries[] dataSeries = FftMtf_Results.DataSeries;

if (dataSeries != null)
{
  foreach (IAR_DataSeries series in dataSeries)
  {
    if (series == null) { continue; }
    //
    // Work on the series here...
    //
  }
}
```

IAR_DataSeries

```
string description = series.Description;
string xLabel = series.XLabel;
IVectorData xVector = series.XData;

if (xVector == null) { return; }

int nSeries = series.NumSeries;
String[] seriesLabels = series.SeriesLabels;
IMatrixData yMatrix = series.YData;
if (yMatrix == null) { return; }
for (int idxXvalue = 0; idxXvalue < xVector.Length; ++idxXvalue)
{
  double xDataPoint = xVector.Data[idxXvalue];

  for (int iSeries = 0; iSeries < nSeries; ++iSeries)
  {
    if (yMatrix == null) { break; }

    double yDataPoint = yMatrix.Data[idxXvalue, iSeries];
     //
     // Use 'xDataPoint' and 'yDataPoint'
     //
  }
}
```

[将 DataSeries 全部放到一起](Putting DataSeries all together)

```
IAR_DataSeries[] dataSeries = FftMtf_Results.DataSeries;

if (dataSeries != null)
{
  foreach (IAR_DataSeries series in dataSeries)
  {
    if (series == null) { continue; }
    //
    // Work on the series here...
    //
    string description = series.Description;
```

```
    string xLabel = series.XLabel;
    IVectorData xVector = series.XData;

    if (xVector == null) { return; }

    int nSeries = series.NumSeries;
    String[] seriesLabels = series.SeriesLabels;
    IMatrixData yMatrix = series.YData;
    if (yMatrix == null) { return; }
    for (int idxXvalue = 0; idxXvalue < xVector.Length; ++idxXvalue)
    {
      double xDataPoint = xVector.Data[idxXvalue];

      for (int iSeries = 0; iSeries < nSeries; ++iSeries)
      {
        if (yMatrix == null) { break; }

        double yDataPoint = yMatrix.Data[idxXvalue, iSeries];
        //
        // Use 'xDataPoint' and 'yDataPoint'
        //
      }
    }
  }
}
```

[镜头数据编辑器](The Lens Data Editor) (ILensDataEditor)

序列模式系统的"主"编辑器是镜头数据编辑器 (LDE)。LDE 通过定义“行”进行工作，每行表示在系统中定义的一个表面。注意，表面 0 是“物面”，最后一个面是“像面”。“物面”和“像面”之间的表面构成了整个光学系统。需要注意，一个简单的“标准”单透镜有两个表面，左边一个、右边一个。当把此类简单透镜插入到只定义了“物面”和“像面”的镜头数据编辑器时，透镜的左侧为 Surface 1，右侧为 Surface 2。
类型“ILensDataEditor”处理系统的“内务”。包括记录表面的数量，添加、插入和删除表面等等。

```
// Recalling that:
// IOpticalSystem ThePrimarySystem = TheApplication.PrimarySystem;
```

```
ILensDataEditor TheLDE = ThePrimarySystem.LDE;

int nSurfaces = TheLDE.NumberOfSurfaces;
ILDERow Surface_2 = TheLDE.GetSurfaceAt(surfaceNumber:2);
//
// InsertNewSurfaceAt:A New (default)
// Surface is inserted at row '3'.
// The Surface previously at Row 3 becomes Row 4.
// Similarly, each Surface after that is also incremented by 1.
//
ILDERow myInsertedSurface = TheLDE.InsertNewSurfaceAt(surfaceNumber:3);
//
// Add a Surface to the end of the System.
//
ILDERow myAddedSurface = TheLDE.AddSurface();
//
// RemoveSurfaceAt:Remove the Surface at the given row.
// true: if successful
// false: if the Surface could not be removed.
//
bool sRemoved = TheLDE.RemoveSurfaceAt(surfaceNumber:4);
//
// Visit all the Surfaces
//
for(int idx = 0; idx < nSurfaces; idx++)
{
  ILDERow Surface_n = TheLDE.GetSurfaceAt(surfaceNumber: idx);
  //
  // Operate on Surface_n...
  //
}
```

每个表面都是通过类型“**ILDERow**”来定义的。

ILDERow SurfaceType <XXX [链接到序列表面](link toSequential Surfaces)>

Zemax OpticStudio 可以对许多类型的光学组件建模。包括常规玻璃球面，以及非球面、环形面、柱面及其它。此外，Zemax OpticStudio 还可以对某些特殊组件建模，如衍射光栅、二元光学面、菲涅尔透镜、全息面及其它。光学组件的类型是由 SurfaceType 表示。

```
SurfaceType thisSurfaceType = Surface_n.Type;    // READ ONLY
String typeName = Surface_n.TypeName;        // READ ONLY
SurfaceType[] availableSurfaceTypes = Surface_n.AvailableSurfaceTypes();
IEditorCell RadiusCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Radius);
```

[SurfaceType 可用的基础数据](Fundamental Data available to SurfaceType)

```
int sNumber = Surface_n.SurfaceNumber;       // READ ONLY
bool isActiveSurface = Surface_n.IsActive;     // READ ONLY
bool isObject = Surface_n.IsObject;         // READ ONLY
bool isImage = Surface_n.IsImage;          // READ ONLY
bool isStop = Surface_n.IsStop;           // READ ONLY
double Radius = Surface_n.Radius;          // R/W
double Thickness = Surface_n.Thickness;       // R/W
double SemiDiameter = Surface_n.SemiDiameter;    // R/W
double Conic = Surface_n.Conic;           // R/W
double TCE = Surface_n.TCE;             // R/W
string Comment = Surface_n.Comment;         // R/W
string Material = Surface_n.Material;        // R/W
string Coating = Surface_n.Coating;         // R/W
```

[SurfaceType 的特殊数据](Data specific to SurfaceType)

每个 SurfaceType 决定了每个 SurfaceColumn 的数据将表示的内容。例如，BiconicZernike 类型的表面使用 “SurfaceColumn.Par2”列来表示 BiconicZernike “XConic”的值。可通过以下代码修改 *XConic* 数据值：

```
IEditorCell XConicCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Par2);
double d = XConicCell.DoubleValue;
XConicCell.DoubleValue = d + 1.0;
```

IsurfaceTypeSettings

SurfaceTypeSettings 提供了正确定义 SurfaceType 所需要的任何附加“内务”。

```
ISurfaceTypeSettings sts = Surface_n.GetSurfaceTypeSettings(thisSurfaceType);

SurfaceType st = sts.Type;              // READ ONLY
bool isValidSurfaceTypeSettings = sts.IsValid;   // READ ONLY
bool requiresFile = sts.RequiresFile;       // READ ONLY
String[]            allFileNames            =            sts.GetFileNames();
sts.FileName = allFileNames[2];                  //                       R/W
bool didChange = Surface_n.ChangeType(settings: sts);
```

ILDERow ‘Surface Properties’

镜头数据编辑器**[表面属性](Surface Property)**描述了在 Zemax OpticStudio 的镜头数据编辑器 UI 中设置的值，通过选择某一行（表面），并展开**[表面属性](Surface Property)**选项卡。

ILDETypeData TypeData

ILDETypeData 提供了所选行的特定数据。

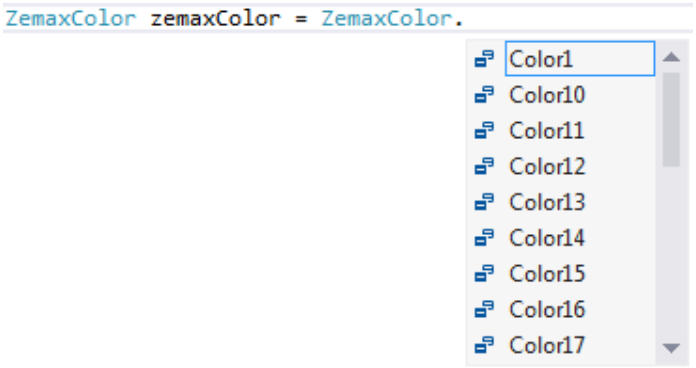
```
ILDETypeData ldeTD = Surface_n.TypeData;      // READ ONLY

ZemaxColor zcSC = ldeTD.SurfaceColor;        // R/W
ZemaxOpacity zoSO = ldeTD.SurfaceOpacity;      // R/W
ZemaxColor zcRC = ldeTD.RowColor;          // R/W

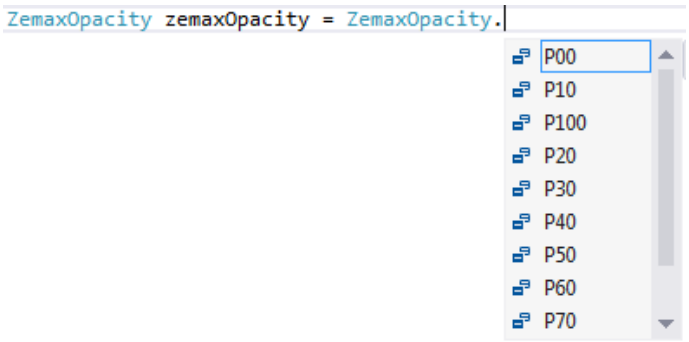
bool sdIS = ldeTD.IsStop;              // R/W
bool sdCBS = ldeTD.CanBeStop;            // READ ONLY
bool sdGCR = ldeTD.IsGlobalCoordinateReference;   // R/W
```

```
bool sdCBGCR = ldeTD.CanBeGCR;            // READ ONLY
bool sdIgnore = ldeTD.IgnoreSurface;         // R/W
bool sdSCBH = ldeTD.SurfaceCannotBeHyperhemispheric;// R/W
```

ZemaxColor（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



ZemaxOpacity（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



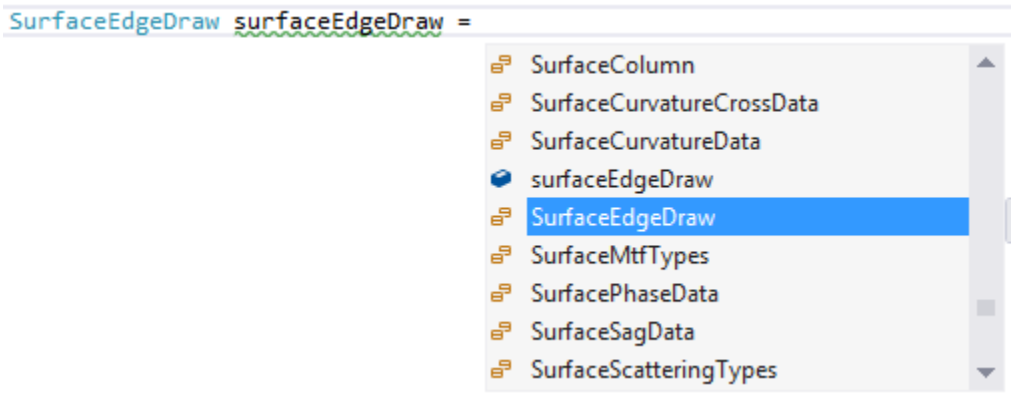
ILDEDrawData DrawData

```
ILDEDrawData ldeDraw = Surface_n.DrawData;     // READ ONLY
```

```
bool bHide = ldeDraw.HideRaysToThisSurface;     // R/W
bool bSkip = ldeDraw.SkipRaysToThisSurface;     // R/W
bool bDND = ldeDraw.DoNotDrawThisSurface;      // R/W
bool bNoE = ldeDraw.DoNotDrawEdgesFromThisSurface; // R/W
bool bDLA = ldeDraw.DrawLocalAxis;         // R/W

SurfaceEdgeDraw sde = ldeDraw.DrawEdgesAs;     // R/W
```

SurfaceEdgeDraw（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



ILDEApertureData ApertureData

```
ILDEApertureData ldeAD = Surface_n.ApertureData;  // READ ONLY

int puf = ldeAD.PickupFrom;              // R/W

SurfaceApertureTypes atAD = ldeAD.CurrentType;   // READ ONLY

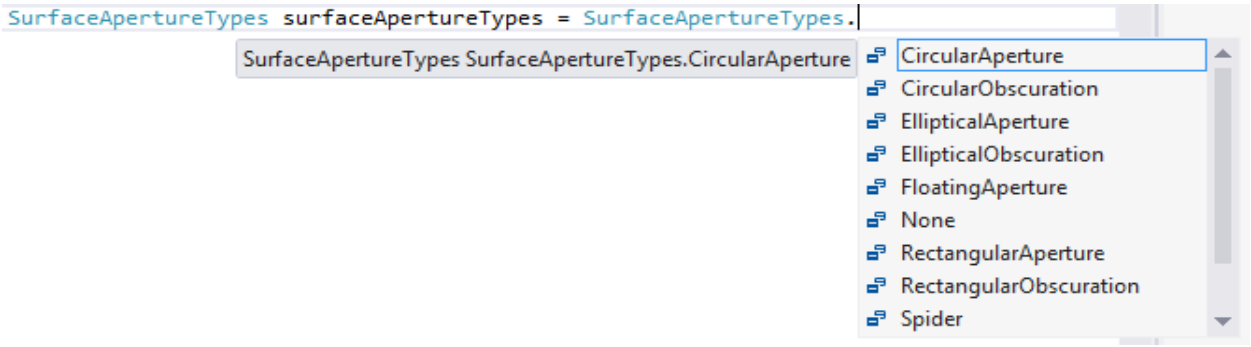
ISurfaceApertureType satAD = ldeAD.CurrentTypeSettings;//READ ONLY
//
// There is an ISurfaceApertureType for each SurfaceApertureTypes
// Each is defined under the heading ISurfaceApertureType
//
```

```
ISurfaceApertureCircular ap1 = satAD as ISurfaceApertureCircular;
ISurfaceApertureElliptical ap2 = satAD as ISurfaceApertureElliptical;
ISurfaceApertureSpider ap3 = satAD as ISurfaceApertureSpider;

ISurfaceApertureType ap4 =
  ldeAD.CreateApertureTypeSettings(SurfaceApertureTypes.Spider);

bool apE = ldeAD.ChangeApertureTypeSettings(ap2);
```

SurfaceApertureTypes（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



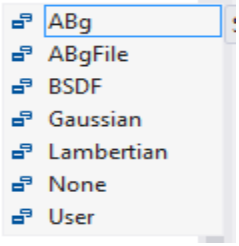
ILDEScatteringData ScatteringData

```
ILDEScatteringData ldeSD = Surface_n.ScatteringData;    // READ ONLY

SurfaceScatteringTypes sdSSTs = ldeSD.CurrentType;     // READ ONLY
ISurfaceScatteringType sdSST = ldeSD.CurrentTypeSettings;  // READ ONLY
ISurfaceScatteringType sdSSTNew =
  ldeSD.CreateScatteringTypeSettings(SurfaceScatteringTypes.ABg);
bool bSC = ldeSD.ChangeScatteringTypeSettings(sdSST);
```

SurfaceScatteringTypes（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）

```
SurfaceScatteringTypes surfaceScatteringTypes = SurfaceScatteringTypes.
```



ILDETiltDecenterData TiltDecenterData

```
ILDETiltDecenterData tdcData = Surface_n.TiltDecenterData;   // READ ONLY

TiltDecenterOrderType bso = tdcData.BeforeSurfaceOrder;   // R/W
double bsdX = tdcData.BeforeSurfaceDecenterX;        // R/W
double bsdY = tdcData.BeforeSurfaceDecenterY;        // R/W
double bstX = tdcData.BeforeSurfaceTiltX;          // R/W
double bstY = tdcData.BeforeSurfaceTiltY;          // R/W
double bstZ = tdcData.BeforeSurfaceTiltZ;          // R/W

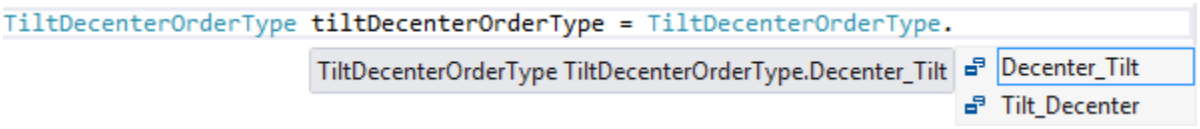
TiltDecenterPickupType asm = tdcData.AfterSurfaceMode;   // READ ONLY
int asms = tdcData.AfterSurfaceModeSurface;         // READ ONLY
bool asmst = tdcData.AfterSurfaceModeSurfaceIsThis;     // READ ONLY

tdcData.SetAfterSurfaceModeExplicit();
bool btdc1 = tdcData.SetAfterSurfaceModePickup(fromSurface:2);
bool btdc2 = tdcData.SetAfterSurfaceModeReverse(fromSurface:2);
bool btdc3 = tdcData.SetAfterSurfaceModePickupThis();
bool btdc4 = tdcData.SetAfterSurfaceModeReverseThis();

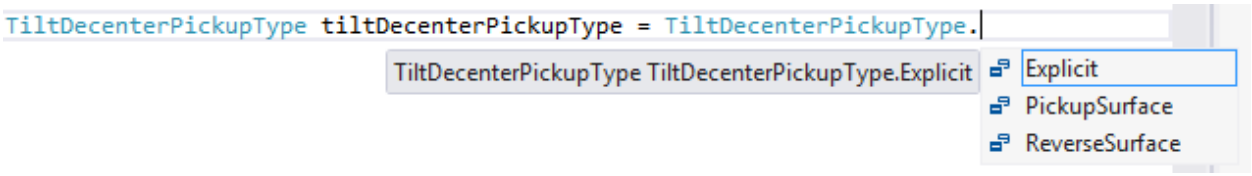
TiltDecenterOrderType aso = tdcData.AfterSurfaceOrder;   // R/W

double tdc_1 = tdcData.AfterSurfaceDecenterX;        // R/W
double tdc_2 = tdcData.AfterSurfaceDecenterY;        // R/W
double tdc_3 = tdcData.AfterSurfaceTiltX;          // R/W
double tdc_4 = tdcData.AfterSurfaceTiltY;          // R/W
double tdc_5 = tdcData.AfterSurfaceTiltZ;          // R/W
```

TiltDecenterOrderType（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



TiltDecenterPickupType（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



ILDEPhysicalOpticsData PhysicalOpticsData

```
ILDEPhysicalOpticsData poD = Surface_n.PhysicalOpticsData; //READ ONLY

bool bpo_1 = poD.UseRaysToPropagateToNextSurface;  // R/W
bool bpo_2 = poD.DoNotRescaleBeamSizeUsingRayData; // R/W
bool bpo_3 = poD.UseAngularSpectrumPropagator;   // R/W
bool bpo_4 = poD.DrawThisLensOnShadedModel;     // R/W
bool bpo_5 = poD.ReComputePilotBeamParameters;   // R/W
bool bpo_6 = poD.UseXaxisReference;          // R/W

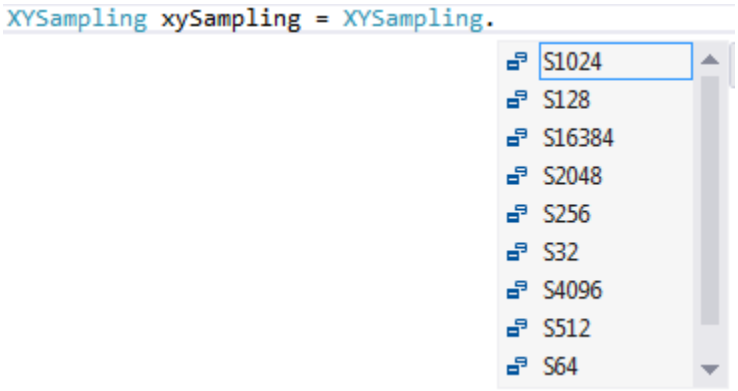
bool bpo_7 = poD.ResampleAfterRefraction;      // R/W
bool bpo_8 = poD.AutoResample;           // R/W

XYSampling bpos_1 = poD.XSampling;          // R/W
XYSampling bpos_2 = poD.YSampling;          // R/W
double bpod_1 = poD.XWidth;              // R/W
```

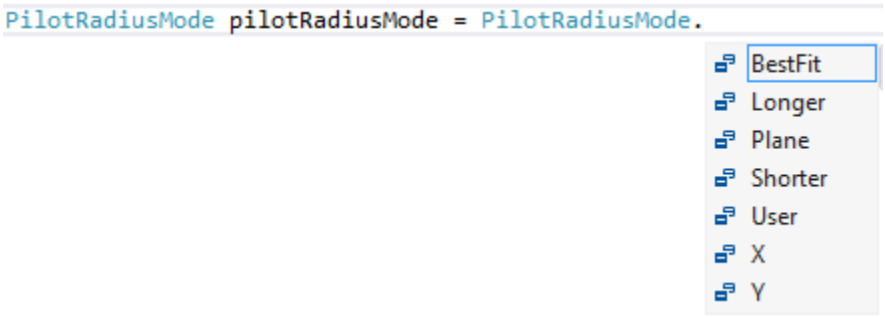
```
double bpod_2 = poD.YWidth;              // R/W

PilotRadiusMode bporm_1 = poD.OutputPilotRadius;  // R/W
double bpod_11 = poD.XRadius;             // R/W
double bpod_22 = poD.YRadius;             // R/W
```

XYSampling（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



PilotRadiusMode（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



ILDECoatingData CoatingData

```
ILDECoatingData ldeCD = Surface_n.CoatingData;   // READ ONLY
```

```
bool bCO = ldeCD.UseLayerMultiplierAndOffsets;   // R/W

string coatName = ldeCD.Coating;          // R/W
//
// NOTE: coatNames contains all the available coatings.
// 'Coating' must be set to one of them.
//
string[] coatNames = ldeCD.GetAvailableCoatings();

int coi_1 = ldeCD.NumberOfLayers;          // READ ONLY

ILDECoatingSettings coS = ldeCD.GetLayerSettings(layer:2);

bool cob_1 = ldeCD.SetLayerSettings(layer:1, settings: coS);

ldeCD.SetAllThicknessVariable();
ldeCD.SetAllThicknessFixed();
ldeCD.SetAllThicknessOne();

ldeCD.SetAllIndexVariable();
ldeCD.SetAllIndexFixed();
ldeCD.SetAllIndexZero();

ldeCD.SetAllExtinctionVariable();
ldeCD.SetAllExtinctionFixed();
ldeCD.SetAllExtinctionZero();
```

ILDECoatingSettings

```
ILDECoatingSettings coS = ldeCD.GetLayerSettings(layer:2);

int LayerN = coS.Layer;             // READ ONLY

coS.ExtinctionOffset = 1.0;
int ePickUp = coS.ExtinctionPickupFrom;     // READ ONLY
CoatingStatusType eCST = coS.ExtinctionStatus; // READ ONLY

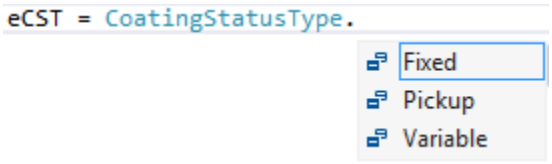
coS.IndexOffset = 1.0;
```

```
int iPickUp = coS.IndexPickupFrom;        // READ ONLY
CoatingStatusType iCST = coS.IndexStatus;     // READ ONLY

coS.ThicknessMultiplier = 1.0;
int tPickUp = coS.ThicknessPickupFrom;      // READ ONLY
CoatingStatusType tCST = coS.ThicknessStatus;  // READ ONLY

coS.SetExtinctionStatusFixed();
coS.SetExtinctionStatusPickup(fromLayer:1);
coS.SetExtinctionStatusVariable();
coS.SetIndexStatusFixed();
coS.SetIndexStatusPickup(fromLayer:1);
coS.SetIndexStatusVariable();
coS.SetThicknessStatusFixed();
coS.SetThicknessStatusPickup(fromLayer:1);
coS.SetThicknessStatusVariable();
```

CoatingsStatusType（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



ILDEImportData ImportData

```
ILDEImportData ldeID = Surface_n.ImportData;  // READ ONLY

string did = ldeID.DefaultImportDirectory;   // READ ONLY

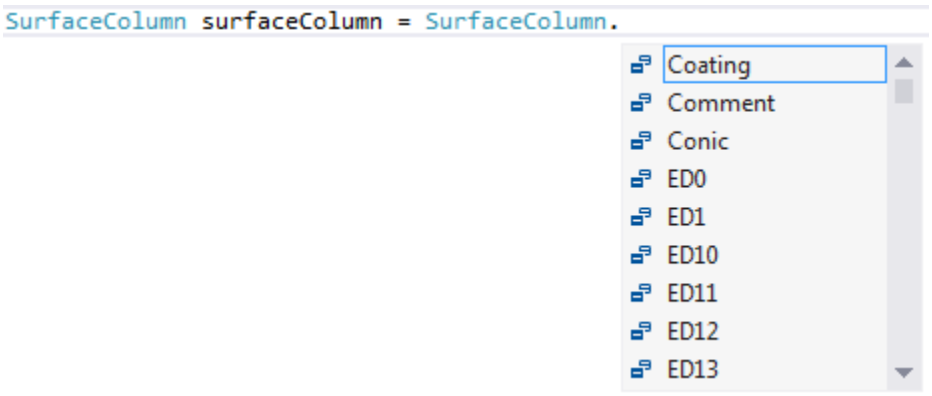
bool idB = ldeID.ImportDataFile(dataFile: "My Import Data File");
string[] didA = ldeID.GetImportFiles(directory: "My Folder");
```

IeditorCell(the lens data editor)

镜头数据编辑器的行由“**IEditorCells**”组成。有几个属性提供了常见的单元格。还有一个更通用的函数，可以指定所需要的单元格。

```
//
// GetSurfaceCell: return the Cell from the SurfaceColumn
//
IEditorCell CommentCell = Surface_n.CommentCell;  // READ ONLY
IEditorCell RadiusCell = Surface_n.RadiusCell;   // READ ONLY
IEditorCell ThicknessCell = Surface_n.ThicknessCell;// READ ONLY
IEditorCell MaterialCell = Surface_n.MaterialCell; // READ ONLY
IEditorCell CoatingCell = Surface_n.CoatingCell;  // READ ONLY
IEditorCell sdc = Surface_n.SemiDiameterCell;      // READ ONLY
IEditorCell ConicCell = Surface_n.ConicCell;    // READ ONLY
IEditorCell TCECell = Surface_n.TCECell;      // READ ONLY
//
// More generically...
//
CommentCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Comment);
RadiusCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Radius);
MaterialCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Material);
CoatingCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Coating);
ConicCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Conic);
TCECell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.TCE);
```

SurfaceColumn（语法提示截屏(Intellisense Screenshot)）



[非序列元件编辑器](The Non-Sequential Components Editor) (INonSeqEditor)

非序列模式系统的"主"编辑器是非序列元件编辑器 (NCE)。与 LDE 一样，NCE 也是通过定义"行"进行工作，但在 NCE 中，每行表示一个"**物体**"。（在序列模式下，LDE 的每行表示一个"**表面**"。）

在当前表面是非序列组件表面时，**非序列组件元件编辑器 (NCE)**也可以在序列模式中使用。

NCE 处理系统的"内务"；记录物体的数量及顺序、添加/删除物体等等。

```
// Recalling that:
// IOpticalSystem ThePrimarySystem = TheApplication.PrimarySystem;
```

注意：当 ZOSAPI 首次启动时，它将创建新的默认序列系统。我们需要创建一个新的"非序列"系统。

```
ThePrimarySystem.New(saveIfNeeded: false);
ThePrimarySystem.MakeNonSequential();
INonSeqEditor NCE = ThePrimarySystem.NCE;
```

在具有非序列组件表面的序列系统中，ActiveSurface 定义了序列系统中的哪个表面包含 NCE 将运行的非序列组件，每个这样的表面定义一个非序列元件组。

```
int currentActiveSurface = NCE.ActiveSurface;    // READ ONLY

if (NCE.SetActiveSurface(currentActiveSurface + 1))
{
  //
  // True if the next Surface is also a nonsequential component group
  //
}
if (NCE.NextNSCGroup())
{
  //
  // True if there is another Nonsequential Component Group.
  //
}
if (NCE.PrevNSCGroup())
{
  //
  // True if there is a Nonsequential Component Group prior to this one.
  //
}
int nObjects = NCE.NumberOfObjects;

INCERow Object_1 = NCE.GetObjectAt(objectNumber:1);
INCERow iObject = NCE.InsertNewObjectAt(objectNumber:2);
INCERow aObject = NCE.AddObject();
```

此时，这一非序列组件组中应该有 3 个物体，而这三个物体都是空物体。因为根据定义，我们插入和添加的是空物体。（物体 1 为空物体，因为在首次创建系统时，它包含了一个空物体）。

```
if (NCE.RemoveObjectAt(objectNumber:3))
{
  //
  // true is we are able to remove the third object.
  //
}
int nRemoved = NCE.RemoveObjectsAt(objectNumber:2, numObjects:1);
if (nRemoved != 1)
```

```
{
  //
  // we tried to remove 1 object starting with the 2nd one.
  // if we get '1' back, we were able to do so.
  //
}
//
// Visit all the Objects in the Current Component Group
//
for (int idx = 1; idx <= NCE.NumberOfObjects; idx++)
{
  INCERow Object_n = NCE.GetObjectAt(objectNumber: idx);
  //
  // Operate on Object_n
  //
}
```

INCERow ObjectType <XXX[链接到 NSC 物体概述](Link to Summaryof NSC Objects)>

Zemax OpticStudio的非序列组件 (NSC) 物体类型包括椭圆、三角形、矩形、球体、圆柱体和其它基本形状。也包括复杂的物体，如任意棱镜、非球面透镜、[环形面](torics)、[环形体](Toruses)及其它光学元件。这些物体的反射、透射和吸收属性都是由物体的材料决定的。

```
ObjectType oType = Object_n.Type;      // READ ONLY
string typeName = Object_n.TypeName;    // READ ONLY
ObjectType[] aTypes = Object_n.AvailableObjectTypes();
IEditorCell ec = Object_n.GetObjectCell(ObjectColumn.Material);
```

[所有 ObjectTypes 可用的基础数据](Fundamental Data Available to all ObjectTypes)

```
int objectNumber = Object_n.ObjectNumber;  // READ ONLY
```

```
bool isActive = Object_n.IsActive)     // READ ONLY
string oComment = Object_n.Comment;
int oRefObject = Object_n.RefObject;
int oInsideOf = Object_n.InsideOf;
double oXpos = Object_n.XPosition;
double oYpos = Object_n.YPosition;
double oZpos = Object_n.ZPosition;
double oXtilt = Object_n.TiltAboutX;
double oYtilt = Object_n.TiltAboutY;
double oZtilt = Object_n.TiltAboutZ;
string oMat = Object_n.Material;
```

[ObjectType 的特殊数据](Data Specific to ObjectType)

每个 ObjectType 决定了每个 ObjectColumn 的数据将表示的内容。例如，ExtendedPolynomialLens 类型的物体使用 “ObjectColumn.Par2”列来表示 ExtendedPolynomialLens 中“XHalfWidth”的值。可通过以下代码修改 XHalfWidth 的数据值：

```
IEditorCell XHalfWidthCell = Object_n.GetObjectCell(ObjectColumn.Par2);
double d = XHalfWidthCell.DoubleValue;
XHalfWidthCell.DoubleValue = d + 1.0;
```

IobjectTypeSettings

ObjectTypeSettings 提供正确定义 ObjectType 所需要的附加“内务”。

```
IObjectTypeSettings oTS = Object_n.CurrentTypeSettings; // READ ONLY

// ‘GetObjectSettings’ generates new settings for the given ObjectType which
// you then use to change the type the current Object.

IObjectTypeSettings nTS = Object_n.GetObjectTypeSettings(ObjectType.Cone);
if (Object_n.ChangeType(nTS))
{
  //
```

```
  // We were able to change the type of this Object to 'Cone'.
  //
   Debug.Assert(nTS.Type == ObjectType.Cone); // READ ONLY
   if (nTS.IsValid)              // READ ONLY
   {
     if (nTS.RequiresFile1)          // READ ONLY
     {
       string[] availableF1 = nTS.GetFileNames1();
       if (availableF1.Length > 0)
       {
         nTS.FileName1 = availableF1[0]; // Use the first file
       }
     }
     if (nTS.RequiresFile2)          // READ ONLY
     {
       string[] availableF2 = nTS.GetFileNames2();
       if (availableF2.Length > 0)
       {
         nTS.FileName2 = availableF2[0]; // Use the first file
       }
     }
   }
}
```

INCETypeData TypeData

```
INCETypeData nceTD = Object_n.TypeData; // READ ONLY
//
// User Defined Aperture Informnation
//
if (nceTD.AreUDASettingsAvailable)   // READ ONLY
{
  nceTD.UserDefinedAperture = true;
  nceTD.UDAScale = 1.1;
  string[] udaFilenames = nceTD.GetAvailableUDAFiles();
  if (udaFilenames.Length > 0)
  {
```

```
    nceTD.UDAFile = udaFilenames[0];
  }
  string FQP = (nceTD.UDAFile != null) ? nceTD.GetUDAFileFullPath() : null;
}
nceTD.RowColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color12;
nceTD.UseGlobalXYZRotationOrder = true;
nceTD.ConvertImportedFilesToZOF = true;
nceTD.ConsiderObjects = "List of Objects to Consider that a Ray might hit.";
nceTD.IgnoreObjects = "Should either 'Consider' or 'Ignore' Objects";
nceTD.RaysIgnoreObject = RaysIgnoreObjectType.OnLaunch;
nceTD.UseConsiderIgnoreWhenSplitting = true;
nceTD.FastRayTrace = true;
nceTD.UseFastApproximateRayTrace = true;
nceTD.ObjectIsADetector = false;
nceTD.DetectorShowAs = DetectorShowAsType.InverseFalseColorIrradiance;
nceTD.UsePixelInterpolation = true;
nceTD.NormalizeCoherentPower = true;
nceTD.RecordSpectralData = true;
nceTD.NumberOfSpectralData = 42;
nceTD.SpectralDataMinWave = .44;
nceTD.SpectralDataMaxWave = .77;
```

INCEDrawData DrawData

```
INCEDrawData nceDD = Object_n.DrawData;

nceDD.DoNotDrawObject = false;
nceDD.DrawLocalAxis = true;
if (nceDD.SupportsDrawingResolution) // READ ONLY
{
  nceDD.DrawingResolution = DrawingResolutionType.Presentation;
}
nceDD.NumSegments1 = 22;
nceDD.NumSegments2 = 42;
string segment1 = nceDD.Segments1Type; // READ ONLY
string segment2 = nceDD.Segments2Type; // READ ONLY
if (nceDD.MakeAllObjectsDrawLikeThisOne())
{
}
```

```
nceDD.ExportAsTriangles = true;
nceDD.IncreaseResolutionOnShadedModelLayouts = false;
nceDD.Opacity = ZOSAPI.Common.ZemaxOpacity.P50;
nceDD.ObjectColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color15;
```

INCESourcesData SourcesData

```
INCESourcesData nceSD = Object_n.SourcesData;   // READ ONLY

if (! nceSD.IsSourcesAvailable)           // READ ONLY
{
  continue;
}

nceSD.RandomPolarization = true;
nceSD.InitialPhaseDeg = 22.0;
nceSD.CoherenceLength = 42.0;
nceSD.Jx = 1.0;
nceSD.Jy = 2.0;
nceSD.XPhase = 3.0;
nceSD.YPhase = 4.0;

nceSD.ReverseRays = true;
nceSD.PrePropagation = 10;
nceSD.BulkScatter = SourceBulkScatterMode.Many;
nceSD.SamplingMethod = SourceSamplingMethod.Sobol;

nceSD.ArrayType = ArrayMode.Hexapolar;
nceSD.ArrayNumberX = 10;
nceSD.ArrayNumberY = 11;
nceSD.ArraySpacingX = 12.0;
nceSD.ArraySpacingY = 13.0;
nceSD.ArrayNumber = 22;
nceSD.ArrayRadius = 42.0;
nceSD.ArrayRings = 12;
nceSD.ArraySpacing = 22.0;

nceSD.SourceColor = SourceColorMode.CIE1931Tristimulus;
```

```
ISourceColorSettings tscs = nceSD.SourceColorSettings;   // READ ONLY
```

INCECoatScatterData CoatScatterData

```
INCECoatScatterData nceCSD = Object_n.CoatScatterData;// READ ONLY

if (nceCSD.IsCoatScatterAvailable) // READ ONLY
{
  int nFaces = nceCSD.NumberOfFaces; // READ ONLY

  INCECoatScatterFaceData csfd = nceCSD.GetFaceData(faceNumber:2);
  if (csfd != null)
  {
  }
}
```

INCEScatterToData ScatterToData

```
INCEScatterToData std = Object_n.ScatterToData; // READ ONLY

if (std != null)
{
  if (std.IsScatterToAvailable)        // READ ONLY
  {
    std.ScatterToMethod = ScatterToType.ImportanceSampling;
    std.ScatterToList = "Scatter To List";

    int nRayData = std.NumberOfRayData;   // READ ONLY
    IImportanceSamplingSettings iss = std.GetRayData(rayIndex:2);

    if (!std.SetRayData(rayIndex:2, data: iss))
    {
      Debug.Fail("Unable to SetRayData");
    }
  }
```

```
}
```

INCEVolumePhysicsData VolumePhysicsData

```
INCEVolumePhysicsData vpd = Object_n.VolumePhysicsData; // READ ONLY
if (vpd != null)
{
  if (vpd.IsVolumePhysicsAvailable)  // READ ONLY
  {
    vpd.Model = VolumePhysicsModelType.PhotoluminescenceModel;
    vpd.WavelengthShift = "Wavelength Shift String";
    IVolumePhysicsModelSettings ivpms = vpd.ModelSettings; // READ ONLY
  }
}
```

INCEIndexData IndexData

```
INCEIndexData id = Object_n.IndexData; // READ ONLY
if (id != null)
{
  if (id.IsIndexAvailable) // READ ONLY
  {
    NCEIndexType it = id.IndexType;
    it = NCEIndexType.Birefringent;
    IIndexModelSettings ims = id.ModelSettings;

    if (ims != null)
    {
    }
  }
}
```

INCEDiffractionData DiffractionData

```
INCEDiffractionData dd = Object_n.DiffractionData;
if (dd != null)
{
  if (dd.IsDiffractionAvailable)
  {
    dd.Split = DiffractionSplitType.SplitByTable;

    if (dd.IsDLLRequired)
    {
      string[] availableDLLs = dd.GetAvailableDLLs();
      if (availableDLLs.Length > 0)
      {
        dd.DLL = availableDLLs[0];
      }
    }

    dd.StartOrder = 1;
    dd.StopOrder = 10;

    int nParams = dd.NumberOfParameters;  // READ ONLY

    for (int ddIDX = 0; ddIDX < nParams; ddIDX++)
    {
      string pName = dd.GetReflectParamaterName(ddIDX);
      double ddV = dd.GetReflectParameterValue(ddIDX);
      if (!dd.SetReflectParameterValue(paramIdx:ddIDX,value:ddV+22.0))
      {
        Debug.Fail(String.Format("Reflect{0}({1})", pName, ddIDX));
      }

      pName = dd.GetTransmitParamaterName(ddIDX);
      ddV = dd.GetTransmitParameterValue(ddIDX);
      if (!dd.SetTransmitParameterValue(paramIdx:ddIDX,value:ddV+22.0))
      {
        Debug.Fail(String.Format("Tramsmit{0}({1})", pName, ddIDX));
      }
    }
```

```
  }
}
```

INCECADData CADData

```
INCECADData cadD = Object_n.CADData;
if (cadD != null)
{
  if (cadD.IsCADAvailable)
  {
    if (cadD.HasChordTolerance)
    {
      cadD.ChordTolerance = 22.0;
    }
    if (cadD.HasSurfaceTolerance)
    {
      cadD.SurfaceTolerance = 23;
    }
    if (cadD.HasFaceParameters)
    {
      cadD.FaceAngle = 42.0;
      cadD.FaceMode = 22;
    }
    if (cadD.HasMergeSurfaces)
    {
      cadD.MergeSurfaces = true;
    }

    if (cadD.HasFaceData)
    {
      int nS = cadD.NumberOfSurfaces;
      int fN = cadD.GetSurfaceFace(nS - 1);
      if(! cadD.SetSurfaceFace(surfaceIdx: nS - 1, face:fN))
      {
        Debug.Fail("Can't set Surface/Face");
      }
    }
```

```
    if (cadD.HasPartData)
    {
      int nC = cadD.NumberOfConfigurations;
      int cconfig = cadD.CurrentConfiguration;
      for (int cIDX = 1; cIDX <= nC; cIDX++)
      {
        cadD.CurrentConfiguration = cIDX;
        string cS = cadD.GetConfigurationName(cIDX);
      }

      for (int pIDX = 1; pIDX <= cadD.NumberOfParts; pIDX++)
      {
        string ptN = cadD.GetPartName(pIDX);
        if (cadD.GetPartExposed(pIDX))
        {
        }
        if (cadD.SetPartExposed(pIDX, true))
        {
        }
        if(cadD.SetAllPartsExposed(false))
        {
        }
      }
    }
  }
}
```

[评 价 函 数 编 辑 器](The Merit Function Editor) (IMeritFunctionEditor)

评价函数表征了一光学系统对于某一指定目标的趋近程度。Zemax OpticStudio 使用一系列操作数，分别代表系统的不同约束条件或者目标。操作数表示各种目标，例如总光通量、均匀度等等。
评价函数编辑器(MFE) 界面允许您添加/编辑/删除操作数及操作数的值。
与所有编辑器一样，评价函数编辑器的每一行包含了很多列。评价函数编辑器中的每一行都看作是一个操作数。列定义了一些参数，修改这些参数可改变操作数的当前值。每个操作数都有自己特定的一组参数。

```
IMeritFunctionEditor MFE = ThePrimarySystem.MFE;

// Merit Functions can interact with the File System.
// You sould take care to specify a fully qualified path name.
// The interface assumes you "know what you're doing".
string MFEFolder = MFE.MeritFunctionDirectory;

MFE.SaveMeritFunction(Path.Combine("C:\\Temp", "MF One.mf"));
//
// LoadMeritFunction will clear the existing Merit Function
// and Load a new one from the given file.
// Notice we try to load unqualfied file name "MF One".
// This file will be searched for in the 'Current Directory' which is most
// likely the directory in which your version of ZOS is installed.
//
MFE.LoadMeritFunction("MF One");
//
// InsertMeritFunction will insert all the Operands defined in the file
// at the given Operand.
// Again notice the non-fully qualified path name.
//
MFE.InsertMeritFunction(fileName:"MF One", operandNumber:1);
//
// Get the Merit Function Folder.
// Get the array of Merit Function Files that exist in that Folder.
//
string[] MFEFiles = MFE.GetMeritFunctionFiles();

Console.WriteLine(String.Format("Merit Function Folder: {0}", MFEFolder));
foreach (string tS in MFEFiles)
{
  Debug.Assert(Path.GetDirectoryName(tS) == MFEFolder);
  String fN = Path.GetFileName(tS);
  Console.WriteLine(String.Format("\tMerit Function File Name: {0}", fN));
}

// Add a new 'BLNK' Operand.This Operand is the 'last' Operand.
IMFERow LastOperand = MFE.AddOperand();
if (LastOperand != null)
{
}
//
```

```
// Insert New inserts a new default (BLNK) Operand BEFORE the given operand.
// This example will makes its insertion next to last.
//
LastOperand = MFE.InsertNewOperandAt(MFE.NumberOfOperands);
//
// Remove At will remove the given Operand number.
//
if (!MFE.RemoveOperandAt(operandNumber:MFE.NumberOfOperands))
{
  Debug.Fail("Unable to remove the Last Operand");
}
//
// RemoveOperandsAt: will remove 'numOperands' starting with the given one.
// This example removes the Last 2 Operands.
//
int nRmed = MFE.RemoveOperandsAt(MFE.NumberOfOperands - 1, 2);
if (nRmed != 2)
{
  Debug.Fail("Unable to remove the last two operands.");
}
//
// We've previously removed all the Operands.
//
Debug.Assert(MFE.NumberOfOperands == 0);

MFE.LoadMeritFunction(Path.Combine(MFEFolder, "script_demo_1.mf"));
for (int idx = 1; idx <= MFE.NumberOfOperands; idx++)
{
  //
  // Visit all the Operands currently defined.
  //
  IMFERow mfeRow = MFE.GetOperandAt(operandNumber: idx);

}
```

IMFERow MeritOperandType <XXXLink to Merit Operand Type>

MeritOperandType 表示各种目标，比如总光通量、均匀度等等。

```
MeritOperandType type = mfeRow.Type;
```

```
string typename = mfeRow.TypeName;
MeritOperandType[] availMOT = mfeRow.AvailableOperandTypes();
```

[所有 MeritOperandType 可用的基础数据](Fundamental Data Available to all MeritOperandTypes)

```
if (mfeRow != null)
{
  if (mfeRow.IsActive)
  {
    Debug.Assert(mfeRow.OperandNumber == idx);

    mfeRow.RowColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color12;

    MeritOperandType mT = mfeRow.Type;
    String tN = mfeRow.TypeName;          // READ ONLY

    double target = mfeRow.Target;
    double weight = mfeRow.Weight;
    double value = mfeRow.Value;          // READ ONLY
    double cont = mfeRow.Contribution;    // READ ONLY
  }
}
```

[MeritOperandType 的特殊数据](Data Specific to MeritOperandTypes)

每个 MeritOperandType 定义了每个 MeritColumn 的数据将表示的内容。例如，类型为 OPDX 的 MeritOperand 使用 “MeritColumn.Param2”列表示 OPDX 操作 “Wave”的值。可通过以下代码修改 Wave 的数据值：

```
IEditorCell WaveCell = Object_n.GetOperandCell(MeritColumn.Param2);
```

```
int n = WaveCell.IntegerValue;
WaveCell.IntegerValue = n + 1;
```

[公差数据编辑器](The Tolerance Data Editor) (IToleranceDataEditor)

公差数据编辑器 (TDE) 用于添加/编辑/删除公差算法所使用的**公差操作数。**

公差分析用于确定半径、间距及其它镜头数据值的加工和校准公差。有关完整描述，请参阅用户指南的[公差分析](Tolerancing)一章。

```
IToleranceDataEditor TDE = ThePrimarySystem.TDE;

int nOperands = TDE.NumberOfOperands;
int firstColumn = (int)TDE.FirstColumn;
int lastColumn = (int)TDE.LastColumn;
//
// AddOperand:Adds new default Operand as the Last Operand.
// InsertNewOperand:Adds new default Operand at the Given Operand.
// GetOperandAt: gets the nth Operand.
//
ITDERow aRow = TDE.AddOperand();
ITDERow iRow = TDE.InsertNewOperandAt(operandNumber:1);
ITDERow gRow = TDE.GetOperandAt(operandNumber:1);
//
// RemoveOperandAt:Remove the nth Operand.
// RemoveOperandsAt:Remove the given number of operands
//   starting with the operand at the given index.
//
if (!TDE.RemoveOperandAt(1))
{
  Debug.Fail("Unable to remove 1st Operand.");
}
if (TDE.RemoveOperandsAt(operandNumber:1, numOperands:1) != 1)
{
  Debug.Fail("Unable to remove 1 operand at position 1");
}
//
// SaveToleranceFile:If a fully qualified path is specified,
//   The file is saved to it.If a partial path is given,
//   The System's Tolerance Folder will be prepended to the name.
```

```
// LoadToleranceFile:If a fully qualified path is specified,
//   The file is loaded from it.If a partial path is given,
//   The System's Tolerance Folder will be prepended to the name.
//
TDE.SaveToleranceFile("C:\\Temp\\MyTol.TOL");
if (!TDE.LoadToleranceFile("C\\Temp\\MyTol.TOL"))
{
  Debug.Fail("Unable to load Tolerance File");
}
```

ITDERow ToleranceOperandType <XXX[链接到公差操作数类型](Link to Tolerance Operand Types)>

ToleranceOperandTypes 连同其他许多操作数一起，针对表面半径、表面厚度及表面的阿贝数（Abbe）等引入了公差限制。

```
ITDERow tdeRow = TDE.GetOperandAt(operandNumber:1);
ToleranceOperandType = tdeRow.Type;
string typeName = tdeRow.TypeName;
ToleranceOperandTypes[] availTOT = tdeRow.AvailableOperandTypes();
```

[所有 ToleranceOperandType 可用的基础数据](Fundamental Data Available to All ToleranceOperandTypes)

```
if (tdeRow!= null)
{
  if (tdeRow.IsActive)
  {
    Debug.Assert(tdeRow.OperandNumber == 1);

    tdeRow.RowColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color12;

    string typeName = tdeRow.TypeName;
    ToleranceOperandType tOT = gRow.Type;
```

```
    tdeRow.DoNotAdjustDuringInverseTolerancing = true;

    if (tdeRow.IsMinUsed) { tdeRow.Min = 12.0; }
    if (tdeRow.IsMaxUsed) { tdeRow.Max = 22.0; }
    if (tdeRow.IsParam1Used) { tdeRow.Param1 = 41; }
    if (tdeRow.IsParam2Used) { tdeRow.Param2 = 42; }
    if (tdeRow.IsParam3Used) { tdeRow.Param3 = 43; }
    if (tdeRow.IsNominalUsed) {nominalValue = tdeRow.Nominal;}
  }
```

[ToleranceOperandType 的特殊数据](Data Specific to ToleranceOperandType)

每个 ToleranceOperandType 定义每个 ToleranceColumn 的数据将表示的内容。例如，类型为 CNPA 的 ToleranceOperand 使用 “ToleranceColumn.Param2” 列表示 CNPA 操作数 “ParameterNumber” 的值。可通过以下代码修改 ParameterNumber 的数据值：

```
IEditorCell PNumberCell = gRow.GetOperandCell(ToleranceColumn.Param2);
int n = PNumberCell.IntegerValue;
PNumberCell.IntegerValue = n + 1;
```

[多重结构编辑器](The Multi-Configuration Editor)

多重结构编辑器 (MCE)允许您添加/编辑/删除**结构**和**操作数**。

与所有编辑器一样，多重结构编辑器的每一行也包含许多列。

必须注意，MCE 与其它编辑器的工作方式略有不同；在 MCE 中，每**列**用于定义一个**结构**，而每**行**用于指定**操作数**，其功能是改变不同**结构**之间的对应设计数据。

在 MCE **行/列**矩阵中的每个**编辑器单元格**都包含**操作数**的“值”。所有这些**操作数的值**在每个**结构**中都可能不同。

每一**行（操作数）**都包含了**操作数**的**参数**。无论哪个**结构**，对应的参数都是一样的，只是其数据

值不同。

假设 MultiConfigOperandType 'XFIE'：它唯一的参数指定一个视场编号，比如 1。它的**值**表示视场 1 新的 X 坐标。现在假设有 2 个多重结构：结构 1 和结构 2。结构 1 将**值**设置为 10.0，结构 2 将**值**设置为 20.0。使用结构 1 时，视场 1 的 X 坐标是 10.0，结构 2 将视场 1 的 X 坐标移动到 20.0。**参数**（视场编号 1）保持不变，而值（视场 1 新 的 X 坐标）改变。

```
IMultiConfigEditor MCE = ThePrimarySystem.MCE;

int nC = MCE.NumberOfConfigurations;    // READ ONLY
int nO = MCE.NumberOfOperands;       // READ ONLY
int config_1 = MCE.FirstConfiguration;   // READ ONLY
int config_n = MCE.LastConfiguration;    // READ ONLY
int config_i = MCE.CurrentConfiguration;  // READ ONLY

if (!MCE.DeleteAllConfigurations())
{
  //
  // The equivalent to calling MCE.MakeSingleConfiguration()
  // (There must always be at least 1 Configuration.
  //
  Debug.Fail("Unable to delete all Configurations");
}
Debug.Assert(MCE.NumberOfConfigurations == 1);
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 1);
if (!MCE.AddConfiguration(withPickups: false))
{
  Debug.Fail("Unable to add a configuration");
}
Debug.Assert(MCE.NumberOfConfigurations == 2);
//
// Adding a configuration does not change the CurrentConfiguration.
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 1);
if (!MCE.SetCurrentConfiguration(2))
{
  Debug.Fail("Unable to set Current Configuration to 2");
}

Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 2);
```

```
if (!MCE.InsertConfiguration(2, false))
{
  Debug.Fail("Unable to Insert Configuration 2");
}
Debug.Assert(MCE.NumberOfConfigurations == 3);
//
// Adding 'Configuration' at 'position 2'
// did not change the CurrentConfiguration
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 2);

if(!MCE.AddConfiguration(false))
{
  Debug.Fail("Unable to append a new Configuration.");
}
Debug.Assert(MCE.NumberOfConfigurations == 4);
//
// Adding a new 'Last' 'Configuration'
// did not change the CurrentConfiguration
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 2);

if (!MCE.DeleteConfiguration(2))
{
  Debug.Fail("Unable to delete configuration 2");
}
//
// Deleting the Current Configuration makes the
// CurrentConfiguration the 'Previous' one.
//
int cc = MCE.CurrentConfiguration;
Debug.Assert(cc == 1);

if (!MCE.SetCurrentConfiguration(1))
{
  Debug.Fail("Unable to set to Configuration 1");
}
if (!MCE.PrevConfiguration())
{
  Debug.Fail("Unable to go to Previous Configuration");
}
//
```

```
// Notice that if we're on the First Configuration,
// The 'Previous' configuration is the last one.
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == MCE.NumberOfConfigurations);

if (!MCE.SetCurrentConfiguration(MCE.NumberOfConfigurations))
{
  Debug.Fail("Unable to set to the Last Configuration");
}
if (!MCE.NextConfiguration())
{
  Debug.Fail("Unable to go to the Next Configuration.");
}
//
// Notice that if we're on the Last Configuration,
// The 'Next' configuration is the first one.
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 1);
//
// Operands
// The 'Operand' functions Add and Delete Operands
// from ALL configurations.
//
// This is the new Last Operand.
//
IMCERow aRow = MCE.AddOperand();

Debug.Assert(aRow.OperandNumber == MCE.NumberOfOperands);
//
// This is the new First Operand.
//
IMCERow iRow = MCE.InsertNewOperandAt(1);

IMCERow gRow = MCE.GetOperandAt(1);

Debug.Assert(iRow.OperandNumber == gRow.OperandNumber);

Debug.Assert(iRow.IsActive);
if(!MCE.RemoveOperandAt(1))
{
  Debug.Fail("Unable to remove First Operand.");
}
```

```
Debug.Assert(iRow.IsActive);

if(MCE.RemoveOperandsAt(1,1) != 1)
{
  Debug.Fail("Unable to Remove the First Operand");
}
```

IMCERow MultiConfigOperandType <XXX[链接到多重结构操作数类型](Link to Multiconfig Operand types)>

MultiConfigOperandTypes 表示不同结构可用的不同参数，例如无焦像方空间、切趾因子、孔径值等等。

```
IMCERow mceRow = MCE.GetOperandAt(1);
MultiConfigOperandType mceOT = mceRow.Type;     // READ ONLY
string typeName = mceRow.TypeName;
MultiConfigOperandType[] availableOT = mceRow.AvailableConfigOperandTypes();
```

[可用于所有 MultiConfigOperandType 的基础数据](Fundamental Data Available to all MultiConfigOperandTypes)

```
if (mceRow!= null)
{
  if (mceRow.IsActive)
  {
    mceRow.RowColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color15;

    if (mceRow.Param1Enabled) { mceRow.Param1 = 1; }
    if (mceRow.Param2Enabled) { mceRow.Param2 = 2; }
    if (mceRow.Param3Enabled) { mceRow.Param3 = 3; }
  }
}
```

[MultiConfigOperandType 的特殊数据](Data Specific to MultiConfigOperandType)

再次注意，无论哪个**结构**，对应的参数都是一样的，只是其数据值不同。

每个 MultiConfigOperandType 定义了 IMCERow 的数据将表示的内容。（IMCERow 的“data”表示**操作数**的**参数**。）例如，XFIE 的 MultiConfigOperandType 使用 IMCERow's 'Param1'，表示操作数“**视场 #**”的值。可使用以下代码修改 XFIE **的** 'Field #' 的数据值：

```
Debug.Assert(mceRow != null);
Debug.Assert(mceRow.Type = MultiConfigOperandType.XFIE);
Debug.Assert(mceRow.Param1Enabled);
int fieldN = mceRow.Param1;
mceRow.Param1 = 1;
```

[访问每个结构中的每个操作数单元格（值）](Visit Each Operand Cell (Value) in Each Configuration)

再次注意，所有操作数单元格的**值**在每个**结构**中都有可能不同。

```
config_1 = MCE.FirstConfiguration;
int nConfigs = MCE.NumberOfConfigurations;

for (int oIDX = 1; oIDX <= MCE.NumberOfOperands; oIDX++)
{
  IMCERow oRow = MCE.GetOperandAt(oIDX);
  if (!oRow.IsActive)
  {
    continue;
  }
```

```
  for (int cIDX = config_1; cIDX <= nConfigs; cIDX++)
  {
    IEditorCell aCell = oRow.GetOperandCell(cIDX);
    if (aCell == null)
    {
      continue;
    }
    if (!aCell.IsActive)
    {
      continue;
    }
    //
    // Operate on the data value in aCell here...
    //
       // In our XFIE example above, this value would represent
       // different X-Positions of Field 1.
       //
  }
}
```

IEditorCell

在**编辑器的矩阵**中，给定的行/列交叉处存在一个 IEditorCell (Cell)，表示与单元格对应参数的实际数据**值**，也可以对此**单元格**进行任何**求解**。

[获取 IEditorCelL ...](Get an IEditorCelL in the...)

获取**单元格**最直接的方法是通过给定的**行**。如果已有一**行**，则可以通过某列访问所需要的单元格。

[...镜头数据编辑器](Lens Data Editor) (LDE)

```
ILDERow Surface_n = LDE.GetSurfaceAt(surfaceNumber:1);
```

```
IEditorCell aCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Radius);
```

[…非序列元件编辑器](…Nonsequential Component Editor) (NCE)

```
INCERow Object_n = NCE.GetObjectAt(objectNumber:1);
IEditorCell aCell = Object_n.GetObjectCell(ObjectColumn.Material);
```

[…评价函数编辑器](…Merit Function Editor) (MFE)

```
IMFERow Operand_n = MFE.GetOperandAt(operandNumber:1);
IEditorCell aCell = Operand_n.GetOperandCell(MeritColumn.Weight);
```

[…公差数据编辑器](…Tolerance Data Editor) (TDE)

```
ITDERow Operand_n = TDE.GetOperandAt(operandNumber:1);
IEditorCell aCell = Operand_n.GetOperandCell(ToleranceColumn.Max);
```

[…多重结构编辑器](…Multi-Configuation Editor) (MCE)

```
IMCERow Operand_n = MCE.GetOperandAt(operandNumber:1)
IEditorCell aCell = Operand_n.GetOperandCell(configuration:1);
```

[可用于所有 IEditorCell 的基础值数据](Fundamental Value Data

Available to All IEditorCells)

使用上文中的“aCell”：

这是 IEditorCell 的实际值。

```
bool cisActive = aCell.IsActive;
bool cisReadOnly = aCell.IsReadOnly;
//
// The String displayed as the 'column header' for this cell.
//
String header = aCell.Header;            // READ ONLY
CellDataType cDT = aCell.DataType;         // READ ONLY
//
// Currently defined Cell Data Types:Integer, Double, String
//
// To correctly interact with the Cell Data, you must make sure you
// are recovering the correct data based on the Cell Data Type.
//
// Internally, the Value is always stored as a String.
//    You can always parse the string any way you like.
// However, if you use:
//    IntegerValue: the string will be parsed as an integer, and
//          if successful, that integer will be returned,
//          otherwise an ArgumentException will be thrown.
//    DoubleValue: the string will be parsed as a double, and
//          if successful, that double will be returned,
//          otherwise an ArgumentException will be thrown.
//
int iValue = 0;
double dValue = 1.0;
string sValue = “”;
switch(cDT)
{
case CellDataType.Integer:
      iValue = aCell.IntegerValue;
      aCell.IntegerValue = 10;
      break;
case CellDataType.Double:
```

```
      dValue = aCell.DoubleValue;
      aCell.DoubleValue = 10.0;
      break;
case CellDataType.String:
      sValue = aCell.Value;
      aCell.Value = “Arbitrary String”;
      break;
default:
      // There is no valid data type, which should ‘never happen’.
}
```

[可用于所有 IEditorCell 的基础求解数据](Fundamental Value Data Available to All IEditorCells)

用户不能直接通过IEditorCell来访问单个SolveData值。但是，可以从**单元格**中[获取求解数据](GetSolveData)，并且可以根据用户需要进行各种操作，然后执行“SetSolveData”将数据返回到**单元格中**。在创建一个新的**求解**时，用户可以使用“CreateSolveType”，来添加需要的数据，然后对**单元格**使用“SetSolveType”。

```
//
// Get the Current Solve Type.
//
SolveType cSolveType = aCell.Solve;         // READ ONLY
//
// If this Cell supports the ‘Marginal Ray Height’ Solve…
//
if(aCell.IsSolveTypeSupported(SolveType.MarginalRayHeight))
{
      ISolveData iSD = aCell.CreateSolveType(SolveType.MarginalRayHeight);
      if(iSD != null)
      {
        ISolveMarginalRayHeight solveMRH = iSD as ISolveMarginalRayHeight;
        if(solveMRH != null)
        {
              solveMRH.Height = 1.0;
              solveMRH.PupilZone = 2.0;
```

```
                SolveStatus iSS = aCell.SetSolveData(solveMRH);
                If(iSS != SolveStatus.Success)
                {
                   // Handle errors here.
                }
            }
        }
}
// If we now Get the SolveData, it should match what we've just entered.
ISolveData gISD = aCell.GetSolveData();
Debug.Assert(gISD != null);
ISolveMarginalRayHeight t_solveMRH = gISD as ISolveMarginalRayHeight;
Debug.Assert(t_solveMRH != null);
Debug.Assert(t_solveMRH.Height == 1.0);
Debug.Assert(t_solveMRH.PupilZone == 2.0);
```

IOpticalSystemTools ThePrimarySystem.Tools

每个光学系统都提供了对[系统工具](System Tools)的访问权限。在一个指定光学系统中，用户一次只能运行一个工具。若要运行[工具](Tool)，请打开工具，您将看到如下所示内容：

所有工具中都有一些通用的功能。

```
ZOSAPI.Tools.IOpticalSystemTools Tools = ThePrimarySystem.Tools;
//
// CurrentTool is non-null if 'Tools' has an 'Open' Tool in it.
// IsRunning:Is the CurrentTool currently running.
// Progress:If the Tool is running, what's its progress (from 0 - 100).
// Status:If the Tool keeps you apprised of its status, here's the string.
//
ISystemTool TheCurrentTool = Tools.CurrentTool; // READ ONLY
bool isRunning = Tools.IsRunning;        // READ ONLY
int progess = Tools.Progress;          // READ ONLY
string status = Tools.Status;          // READ ONLY
//
// Remove all variables (see ZOS Help FIle) from the System.
//
```

```
if (Tools.RemoveAllVariables())
{
}
//
// Make all the Radii in the System variable.
//
if (Tools.SetAllRadiiVariable())
{
}
//
// Make all the Thicknesses variable
//
if (Tools.SetAllThicknessesVariable())
{
}
```

ISystemTool Tools.CurrentTool

所有的系统工具中有很多共同之处。

```
ISystemTool systemTool = Tools.CurrentTool;
//
// If this tool is running, can it be canceled?
//
if(systemTool.CanCancel)      // READ ONLY
{
}
//
// Does this tool run ashychronously?
//
if(systemTool.IsAsynchronous)    // READ ONLY
{
}
//
// Does this tool have a Finite Duration?
// (ie, if started, does it stop on its own?)
//
if(systemTool.IsFiniteDuration)   // READ ONLY
```

```
{
}
//
// Is the tool currently running?
//
if(systemTool.IsRunning)      // READ ONLY
{
}
//
// Is the tool 'valid' and not in some indeterminate state?
//
if(systemTool.IsValid)       // READ ONLY
{
}
//
// When the tool last ran, did it succeed?
//
if(systemTool.Succeeded)      // READ ONLY
{
}
//
// Progress: if the tool is running, what's it's progress?(0-100)
// Status: if the tool provides an ongoing Status String, this is it.
// ErrorMessage: if the tool gave an error message, this is the string.
//
int progress = systemTool.Progress;   // READ ONLY
string stat = systemTool.Status;    // READ ONLY
string eMsg = systemTool.ErrorMessage; // READ ONLY
if(systemTool.CanCancel && systemTool.Cancel())
{
  //
  // The tool has been successfully Canceled.
  //
}
if(systemTool.Close())
{
  //
  // Stop the tool and release any system resources
  //
}
if(systemTool.Run())
{
```

```
  //
  // The tool has been successfully started.
  //
}
if(systemTool.RunAndWaitForCompletion())
{
  //
  // The tool was run and it has completed.
  //
}
if(systemTool.WaitForCompletion())
{
  //
  // This Asynchrunous Tool was started.等待其完成。
  //
}
```

IGlobalOptimization OpenGlobalOptimization

```
IGlobalOptimization goT = Tools.OpenGlobalOptimization();

if (goT != null)
{
  goT.NumberOfCores = 8;   // READ/WRITE
  //
  // The available Algorithms
  //
  switch (goT.Algorithm)   // READ/WRITE
  {
    case OptimizationAlgorithm.DampedLeastSquares:
    case OptimizationAlgorithm.OrthogonalDescent:
      break;
  }
  //
  // The available NumberToSave values
  //
  switch (goT.NumberToSave)  // READ/WRITE
  {
```

```
    case OptimizationSaveCount.Save_10:
    case OptimizationSaveCount.Save_20:
    case OptimizationSaveCount.Save_30:
    case OptimizationSaveCount.Save_40:
    case OptimizationSaveCount.Save_50:
    case OptimizationSaveCount.Save_60:
    case OptimizationSaveCount.Save_70:
    case OptimizationSaveCount.Save_80:
    case OptimizationSaveCount.Save_90:
    case OptimizationSaveCount.Save_100:
      break;
  }
  double mf = goT.CurrentMeritFunction01; // 01 - 10 are available
  mf = goT.CurrentMeritFunction(n:1);  // n == 1,10

  int nTargets = goT.Targets;       // READ ONLY
  int nVars = goT.Variables;       // READ ONLY
  int nCycles = goT.Cycles;        // READ ONLY
  long nSystems = goT.Systems;      // READ ONLY
  double iMF = goT.InitialMeritFunction; // READ ONLY

  goT.Run();

  for (int i = 1; i <= 10; i++)
  {
    Thread.Sleep(1000);
    Console.WriteLine(String.Format("Iteration {0}:Cycles {1}",
       i,
       goT.Cycles)
      );
    Console.Write("\t");
    for (int j = 1; j <= 10; j++)
    {
      iMF = goT.CurrentMeritFunction(j);
      Console.Write(String.Format("{0}: {1}\t", j, iMF));
      if ((j == 5)) { Console.Write("\n\t"); }
    }
    Console.WriteLine();
  }
  goT.Cancel();
  goT.Close();
}
```

IHammerOptimization OpenHammerOptimization

```
IHammerOptimization iHam = Tools.OpenHammerOptimization();

if (iHam != null)
{
  iHam.NumberOfCores = 8;       // READ/WRITE
  switch (iHam.Algorithm)       // READ/WRITE
  {
    case OptimizationAlgorithm.DampedLeastSquares:
    case OptimizationAlgorithm.OrthogonalDescent:
      break;
  }
  iHam.AutomaticOptimization = true; // READ/WRITE

  int nTargets = iHam.Targets;    // READ ONLY
  int nVars = iHam.Variables;     // READ ONLY
  long nSystem = iHam.Systems;    // READ ONLY

  double iM = iHam.InitialMeritFunction;
  Console.WriteLine(String.Format("Initial Merit Function {0}", iM));
  for (int i = 1; i <= 10; i++)
  {
    Thread.Sleep(1000);
    Console.WriteLine(String.Format("Iteration {0}", i));
    iM = iHam.CurrentMeritFunction;
    Console.WriteLine(String.Format("\t{0}", iM));
  }
  iHam.Cancel();
  iHam.Close();
}
```

ICreateArchive OpenCreateZAR

对当前打开的镜头数据系统创建一个 ZOS 存档文件（ZAR）。

```
ICreateArchive cZAR = Tools.OpenCreateZAR();
if (cZAR != null)
{
  cZAR.UseDataCompression = true;
  //
  // if the Optical System has an archive associated with it, this is it.
  // if not, then a default name is constructed.
  //
  string zarFilename = cZAR.GetArchiveFileName();
  if (cZAR.SetArchiveFileName(fullFileName:"C:\\Temp\\testZARCreation"))
  {
    //
    // the Archive File Name was successfully set.
    //
  }

  if (!cZAR.Run())
  {
    //
    // we were unable to Run the tool.
    //
  }
  cZAR.Close();
}
```

IRestoreArchive OpenRestoreArchive

Restore a ZOS Archive.

```
IRestoreArchive rZAR = Tools.OpenRestoreZAR();
if (rZAR != null)
{
  switch(rZAR.SetFileName("C:\\Temp\\testingZARCreation.zar"))
  {
    //
    // Handle as appropriate...
```

```
    //
    case ArchiveFileStatus.InvalidFile:
    case ArchiveFileStatus.InvalidVersion:
    case ArchiveFileStatus.Okay:
    case ArchiveFileStatus.UnableToOpen:
      break;
  }
  string aFile = rZAR.ArchiveFile;      // READ ONLY
  int nFiles = rZAR.NumberOfFilesInArchive;  // READ ONLY
  string oFolder = rZAR.GetOutputFolder();
  string newOFolder = Path.Combine(oFolder, "ZAR-Test");
  //
  // Get the 2nd file from the archive.
  //
  string nFilename = rZAR.GetFileNameInArchive(fileNumber:2);
  rZAR.SetFilesAllOverwrite();
  rZAR.SetFilesNoOverwrite();
  rZAR.SetFileOverwrite(fileNumber:2, allowOverwrite: true);

  if (!rZAR.Run())
  {
    Debug.Fail("we were unable to run the Restore Archive Tool");
  }
  rZAR.Close();
}
```

IExportCAD OpenExportCAD

以下示例代码假定打开了一个 ZMX 序列模式文件。
此示例代码将通过系统中的所有表面执行导出工作，对于每个非镜面材料的表面，会输出一个包含下一表面的 STEP CAD 文件。基本上系统中每个透镜都会有一个 STEP CAD 文件。

```
IExportCAD ceTool = Tools.OpenExportCAD();
//
// some examples of the available fields.
//
ceTool.NumberOfRays = 1000;
ceTool.FileType =CADFileType.STEP;
```

```
ceTool.SetConfigurationAllByLayer();
ceTool.SplineSegments = SplineSegmentsType.N_064;

for (int idxLHS = 0; idxLHS < LDE.NumberOfRows; idxLHS++)
{
  //
  // for all the Surfaces in the System...
  //
  ILDERow rowLHS = LDE.GetSurfaceAt(surfaceNumber: idxLHS);
  if (String.IsNullOrWhiteSpace(rowLHS.Material))
  {
    //
    // There is no Material for this surface,
    // therefore this is not the Left Hand Side of a Lens
    //
    continue;
  }
  if (rowLHS.Material.ToLower() == "mirror")
  {
    //
    // The Material is a mirror.
    //
    continue;
  }
  ceTool.FirstSurface = idxLHS;
  ceTool.LastSurface = idxLHS + 1;

  string suffix = "CAD-Surf-"
          + idxLHS.ToString()
          + "-and-"
          + (idxLHS + 1).ToString()
          ;
  string ext = ".stp";
  string oFile = Path.Combine("c:\\temp", (suffix + ext));

  ceTool.OutputFileName = oFile;
  ceTool.FileType = CADFileType.STEP;

  ceTool.Run();

  Console.WriteLine("Exporting to cad file...");
```

```
  DateTime ts = DateTime.Now;
  //
  // instead of the while loop you could use
  // ceTool.WaitForCompletion();
  //
  while (ceTool.IsRunning)
  {
    //
    // this whole block can be empty, it's just here in case it takes a
       // really long time to write the CAD file.
       // (in this case, it will bail out of this inner loop in 20 seconds)
    //
    System.Threading.Thread.Sleep(1000);
    double eT = (DateTime.Now - ts).TotalSeconds;
    Console.WriteLine("Elapsed.. " + eT.ToString());

    if (eT > 20)
    {
      if (ceTool.CanCancel)
      {
        if (ceTool.Cancel())
        {
          Console.WriteLine("ceTool.Cancel() is true");
        }
        else
        {
          Console.WriteLine("ceTool.Cancel() is false");
        }
      }
      else
      {
        Console.WriteLine("ceTool.CanCancel is false");
      }
      break;
    }
  }
}
ceTool.Close();
```

[自定义操作数](User Operand)

基于 ZOSAPI 的自定义操作数的工作方式与基于 DDE 的自定义操作数几乎相同。也就是说，

“Prog#” 0 将执行计算，而任何其它值表示将从结果向量中获取指定的值。

```
double Hx = TheApplication.OperandArgument1;  // Hx
double Hy = TheApplication.OperandArgument2;  // Hy
double Px = TheApplication.OperandArgument3;  // Px
double Py = TheApplication.OperandArgument4;  // Py
int dataLength = TheApplication.OperandResults.Length;
double[] results = new double[dataLength];
for (int i = 0; i < results.Length; ++i)
{
  double x = i;
  double x2 = x * x;
  double x3 = x * x * x;

  results[i] = Hx * x3 + Hy * x2 + Px * x + Py;
}
//
// Now assign the locally calculated resule back to the Application.
//
TheApplication.OperandResults.Data = results;
```

注意，接口允许使用任意较大的向量；但只有前 100 个值可以存储并且由 OpticStudio 访问。

[自定义分析](User Analysis)

自定义分析有两种不同的操作模式：

1. UserAnalysis – 执行分析并得出结果。
2. UserAnalysisSettings – 显示一个用户界面，使用户可以设置需要的分析参数。

注意：如果用户希望分析不可配置（例如，您的分析不需要任何输入即可执行任务），则可以在设置模式时不需要与 ZOS 交互。

如果以下示例代码所示的 4 个字符串在类“Program”中定义，则表示定义的字符串是用于与分析设置进行交互的：

```
//
// Define the strings used to interact with the Settings.
//
private const string SC1 = "C1";
private const string SC2 = "C2";
```

```
private const string SC3 = "C3";
private const string SPos = "Pos";
```

[初始化局部变量以访问自定义分析数据和设置](Initializing Local Variables to Access User Analysis Data and Settings)

```
IUserAnalysisData TheAnalysis = TheApplication.UserAnalysisData;
ISettingsData TheSettings = TheAnalysis.UserSettings;
```

[设置 – 在运行时与用户交互](Settings – Interacting with the User at Runtime)

[设置](Settings)存储在一个由键值对（key-value pairs）组成的简单词典中。在首次启动分析时，词典为空。但是，如果用户设置了[使用 Session 数据](Use Session Data)，则每次更新时，在设置词典中添加了任何输入都会保存在 Session 文件中。

设置中可以存储以下类型：

- 整数
- 浮点数（32 位）
- 双精度（64 位）
- 布尔值
- 字符串
- 字节

除了字符串以外的所有类型都支持使用适当的函数名(即 GetDoubleArray vs. GetDoubleValue)存储/检索一个数组。如果设置变量已经存在，并且其值设置成功，那么这些“Get”函数将返回“true”，否则返回“false”。 切记，第一次调用自定义分析时，保存数据的词典为空；第一个“Get”将为后续的访问设置变量。

[初始化设置变量](Initialize the Settings Variables)

```
int showType;
double c1, c2, c3;

if (!TheSettings.GetDoubleValue(SC1, out c1))
{
  c1 = 1.0;
}
if (!TheSettings.GetDoubleValue(SC2, out c2))
{
  c2 = 2.0;
}
if (!TheSettings.GetDoubleValue(SC3, out c3))
{
  c3 = 3.0;
}
if (!TheSettings.GetIntegerValue(SPos, out showType))
{
  showType = 0;
}
```

If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysisSettings)

在“设置”模式下，当 ZOS 调用[自定义分析](User Analysis)时，就会出现这种情况：

> *假设有一个[窗体](Windows Form) (**frmSettings**) 和一个函数 (**ShowSettings**)分别用来显示窗体和在窗体关闭时返回设置（**frmSettings**）。*

```
if (TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysisSettings)
{
  // show the settings UI
  frmSettings f = ShowSettings(c1, c2, c3);
  c1 = f.A;
  c2 = f.B;
  c3 = f.C;
  //
  // Save the new Settings for subsequent invocations
```

```
  //
  TheSettings.SetDoubleValue(SC1, c1);
  TheSettings.SetDoubleValue(SC2, c2);
  TheSettings.SetDoubleValue(SC3, c3);
  TheSettings.SetIntegerValue(SPos, showType);
  //
  // Have the Analysis run when the Settings are closed.
  //
  TheAnalysis.RunAnalysisOnSettingsClosed = true;
}
```

If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysis)

目前有四种类型的数据可以计算和显示：

- 一维折线图
- 二维网格图
- 二维 RGB 网格图
- 文本数据

请注意，每个自定义分析只允许使用一种数据格式。

[一维折线图](1D Line Plot)

一维折线图包含一组 X 数据和 1 ~ N 组 Y 数据。请注意，每个 Y 数据集都与单个 X 数据集相关联，并且必须是相同的长度。以下示例代码用于生成简单折线图：

```
double x_Min = 0.0;
double x_Max = 2.0 * Math.PI;
int numpoints = 1000;
double[] X = new double[numpoints];
double[] ySin = new double[numpoints];
double[] yCos = new double[numpoints];
double Dx = (x_Max - x_Min) / (numpoints - 1);
for (int i = 0; i < numpoints; ++i)
```

```
{
  double th = c1 * i * dx + c2;
  X[i] = th;
  ySin[i] = Math.Sin(th);
  yCos[i] = Math.Cos(th);
}

IUser2DLineData plotData = TheAnalysis.Make2DLinePlotSafe("Simple Plot", X);
plotData.XLabel = "Theta";
plotData.YLabel = "F(Theta)";
plotData.AddSeriesSafe("sin(Theta)", ZemaxColor.Color1, ySin);
plotData.AddSeriesSafe("cos(Theta)", ZemaxColor.Color2, yCos);
```

[二维网格图](2D Grid Plot)

二维网格只简单包含了 X 轴的起始值和结束值，Y 轴的起始值和结束值，以及 Z 值的 2D 数组（按行优先的顺序排列）。假设数据间距为常规间距。

```
double aMin = 0.0;
double aMax = 2.0 * Math.PI;
int numpoints = 1000;
double[,] zVals = new double[numpoints, numpoints];
double da = (aMax - aMin) / (numpoints - 1);
for (int i = 0; i < numpoints; ++i)
{
  for (int j = 0; j < numpoints; ++j)
  {
    double th = aMin * da;
    zVals[j, i] = Math.Sin(a * th) * Math.Cos(b * th);
  }
}
IUserGridData plotData = TheAnalysis.MakeGridPlot("Simple Plot");
plotData.XLabel = "Theta";
plotData.YLabel = "Theta";
plotData.ValueLabel = "sin(a*Theta) * cos(b*Theta)";
plotData.SetXDataDimensions(aMin, aMax);
plotData.SetYDataDimensions(aMin, aMax);
plotData.SetDataSafe(zVals);
```

[2D RGB 网格图](2D RGB Grid Plot)

2D RGB 网格图与常规二维网格图几乎相同，但每个点包含 R、G、B 值（每个点应介于 0 到 1 之间，包括 0 和 1）。

```
double aMin = 0.0;
double aMax = 2.0 * Math.PI;
int numpoints = 1000;
double[,,] rgbData = new double[numpoints, numpoints, 3];
double da = (aMax - aMin) / (numpoints - 1);
for (int i = 0; i < numpoints; ++i)
{
  for (int j = 0; j < numpoints; ++j)
  {
    double th = aMin * da;
    double r = Math.Abs(Math.Sin(th));
    double g = Math.Abs(Math.Cos(th));
    rgbData[j, i, 0] = r;
    rgbData[j, i, 1] = g;
    rgbData[j, i, 2] = i / numpoints;
  }
}

IUserGridRGBData plotData = TheAnalysis.MakeGridRGBPlot( “Simple Plot “);
plotData.XLabel = "Theta";
plotData.YLabel = "Theta";
plotData.SetXDataDimensions(aMin, aMax);
plotData.SetYDataDimensions(aMin, aMax);
plotData.SetDataSafe(rgbData);
```

[文本数据](Text Data)

唯一的输入是要显示的文本数据模块：

```
StringBuilder sb = new StringBuilder();
```

```
sb.AppendLine("Theta\tsin(Theta");
double x_Min = 0.0;
double x_Max = 2.0 * Math.PI;
int numpoints = 1000;
double Dx = (x_Max - x_Min) / (numpoints - 1);
for (int i = 0; i < numpoints; ++i)
{
  double th = c1 * i * dx + c2;
  sb.AppendLine(String.Format
        (
        "{0:f4}\t{1:f4}", th, Math.Sin(th)
       )
     );
}

IUserTextData plotData = TheAnalysis.MakeText();
plotData.Data = sb.ToString();
```

[插件/扩展](Plug-In/Extension)

扩展程序](ZOS-API **Extension**)在概念上非常类似 [ZPL 宏](ZPL Macro) ——扩展程序控制当前开启的 OpticStudio 实例，在其运行时阻止用户与 UI 进行交互，并且可以改变当前镜头系统的几乎所有内容。初始设置以及与 OpticStudio 的连接与**自定义操作数**和**自定义分析**模式相同。

对于扩展程序，**PrimarySystem**（基于 **TheApplication**）始终是 OpticStudio 中显示的镜头系统。但是请注意，**扩展程序**操作者可以控制是否在用户界面中实时显示对 **PrimarySystem** 的更改。

```
// Make all changes (i.e. loading a new lens file) immediately
// display in the User interface
TheApplication.ShowChangesInUI = true;
// Do some work

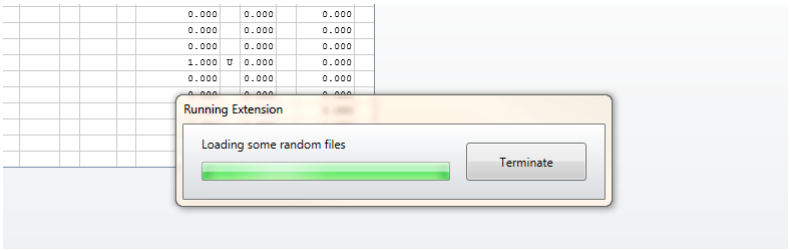
// Do not show any changes in the User interface
TheApplication.ShowChangesInUI = false;
// Do some more work
```

在执行许多快速更改的任务时，这项设置可能非常重要，比如在评价函数编辑器中插入大量的行。请注意，无论这项设置如何，在扩展完成时，UI 将始终显示最终的系统。

通过 API 扩展程序，还有三个附加属性可以使用：

- TheApplication.TerminateRequested：当用户单击“取消”按钮时，将会是 true。
- TheApplication.ProgressMessage：设置“**扩展**”对话框中显示的当前消息。
- TheApplication.ProgressPercent：设置“**扩展**”对话框中的当前进度 (0-100)。

这两个属性都与 OpticStudio 中的“**扩展**”对话框直接相关：



如果您希望在不影响 PrimarySystem 的情况下处理系统，您可以创建一个新系统，并在新系统上执行所有操作：

```
// Create a new, temporary, non-sequential system
IOpticalSystem                                TempSystem                                =
TheApplication.CreateNewSystem(SystemType.NonSequential);
// Add a new non-sequential object
INCERow newRow = TempSystem.NCE.AddObject();
// etc…
```

在**扩展**完成时，这个临时的系统将自动被清理。因此如果您需要继续保留您的工作，就必须明确地保存这个临时系统。

```
TempSystem.SaveAs(@”C:\Temp\MyNewSystem.zmx”);
```

要连接到具有[交互扩展](Interactive Extension)的 OpticStudio，您需要在一个外部应用程序(如 Matlab 或 Python)中运行 ConnectAsExtension。

您可以通过使用实例序号（instance）作为参数来连接到特定的实例，或者使用 0 连接到任何可用实例。

连接后，可以通过对话框手动终止连接，也可以在外部应用程序中运行 **CloseApplication**。

另外三个终止/进度属性与[交互扩展](Interactive Extension)无关。

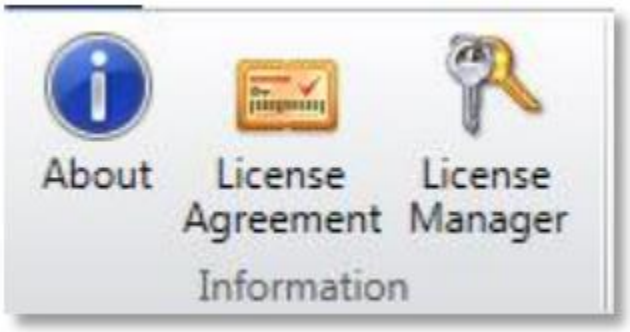
帮助选项卡（The Help Tab）

这个菜单提供了 OpticStudio 的帮助与支持功能。



信息选项卡(Information Group)

这部分是帮助菜单中的系统信息部分。



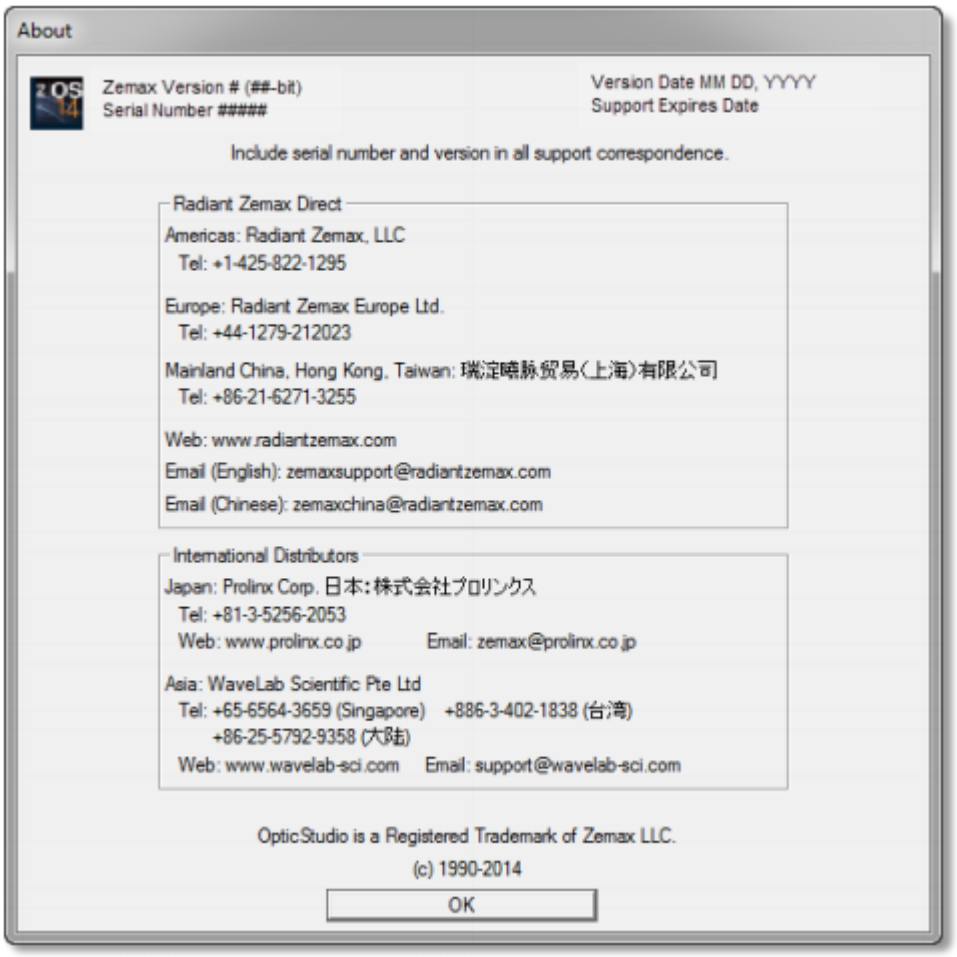
关于 **OpticStudio(About)**



关于 OpticStudio 按键位于帮助菜单中的信息部分。



点击按钮将打开一个窗口提供关于本程序的基本信息。

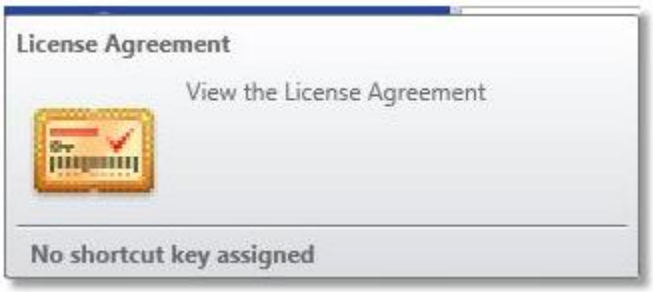


基本信息窗口中包含许可证密钥序列号，软件版本号，服务期时间以及 OpticStudio 的联系方式。

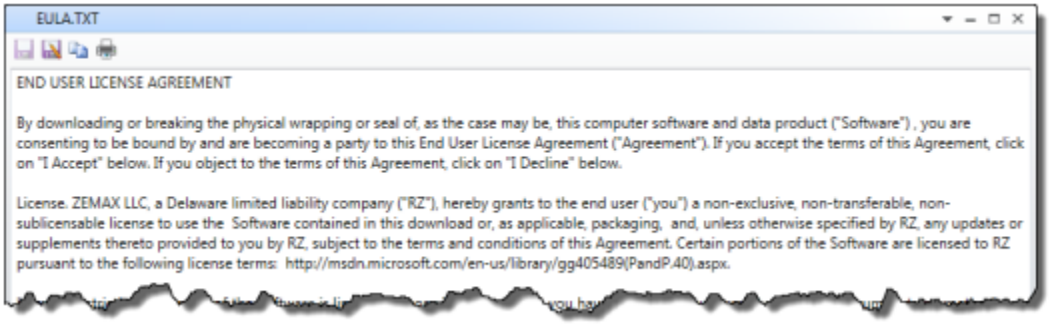
许可证协议(License Agreement)



许可证协议按钮位于帮助菜单中的信息部分。



点击按钮将打开了一个包含 Zemax 终端用户许可证协议的窗口。



终端用户许可证协议窗口提供保存，复制和打印功能。

授权管理(License Manager)

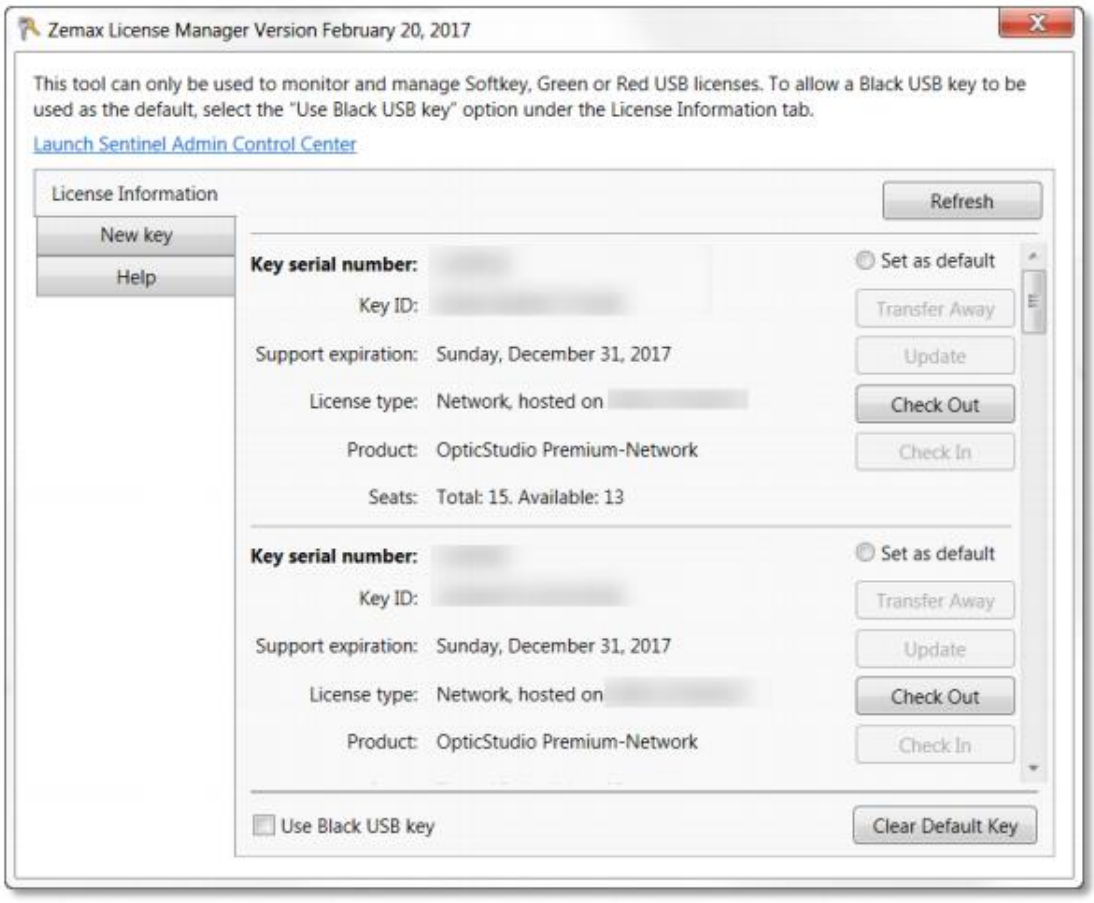




授权管理按钮位于帮助菜单中的信息部分。

该功能同样可以通过 windows 系统的开始(Start)->所有程序(All Programs)-> Zemax OpticStudio (Zemax OpticStudio)-> Zemax 授权管理 (Zemax License Maganer)打开。

该功能可以控制所有序列号并查看其授权信息。



登陆管理控制中心

(Launch Sentinel Admin Control Center)

此链接将打开用于配置网络许可证权限的网页（ACC）。 默认情况下，许可证信息只能从密钥服务器查看。网络管理员可以按照知识库文章“如何监控网络密钥的使用情况？”来进行相应的设置。

许可证信息(License Information)

密钥序列号：在与 Zemax 工作人员沟通时，请使用此序列号来确认您的许可证。

密钥 ID：这串数字用于在管理控制中心中确认您的密钥。

服务期：技术支持将在本栏显示的日期到期。如您需要更新授权信息，请参阅下文中的“更新”一栏。

许可证类型：

•网络，托管在服务器{ servername}上：网络许可证当前运行在密钥服务器计算机上，并且密钥服务器可以查看在其他客户端上运行的网络许可证。

•本地：许可证在当前计算机上运行。

•检出时间{日期/时间}：从网络许可证中租借一个账户。 在给定的租借周期内，此账户将保存在当前计算机上。租借周期由管理控制中心的网络管理员设置。 在租借期间，网络管理员想要连接此账户时将显示离线。如果您想在规定的租借期之前归还账户，请参考“检入(Check in)”。

*产品：*OpticStudio 许可证类型。它是 Network 或 Stand-alone，Premium 或 Professional 中的一种。

[设为默认选项 (Set as Default)]：如果许可证管理器中可见多个许可证，则将出现此选项。单击选择任一许可证作为默认选项后，该选项将作为启动 OpticStudio 时的默认许可证。在使用黑色 USB 密钥之前，请参照如何使用“使用黑色 USB 密钥(Use black USB key)”。如果因为某些原因导致当前选择的许可证无法在启动时使用，则 OpticStudio 将使用任何有效的许可证。

[转移 (Transfer Away)]：此功能适用于许可证类型为本地主机的 softkey。若要使用此功能，授权计算机和目标计算机都需要连接至互联网：

1、如果 OpticStudio 当前处于打开状态，请先关闭软件。

2、点击需要转移的密钥 ID 旁的”转移(Transfer Away)”按钮。系统将提示您输入一个电子邮件地址作为可选步骤。您提供的电子邮件地址仅用于授权转移。

3、软件将会弹出一个附有转移码的对话框。请妥善保管这段转移码！如果你在步骤 2 中输入了电子邮件地址，转移码也会发送到您的邮箱。

4、打开需要转移 softkey 授权的电脑。打开 Zemax 许可证管理器。选择“新密匙”选项卡并输入上面生成的转移码。请确认输入的代码中包括()。

[更新 (Update)]：当 Zemax 销售团队修改了许可证信息之后，用户可通过此选项更新服务期、软件版本或局域网用户。

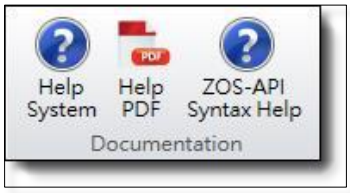
当 Zemax 管理器启动，且主机连接到互联网可以与 Zemax 许可证服务器通信时，softkey 许可证将自动进行更新。

以上为更新时的大多数情况。但是如果用户有要求的话，销售团队也会为您提供可输入的更新码。

[检出 (Check Out)]：在使用此选项之前，您的网络管理员账户必须在 Sentinel 管理控制中心启用“分离”许可证。若启用，按下“检出”将从网络密匙中分离出许可证账户并将其储存在本地计算机上以供专门使用。当检出期结束或通过“检入”返还许可证后，账户将从通用网络许可证数据库中移除。当许可证检出后，它可以用于在无网络连接的条件下运行 OpticStudio。

[文档选项卡](Documentation Group)

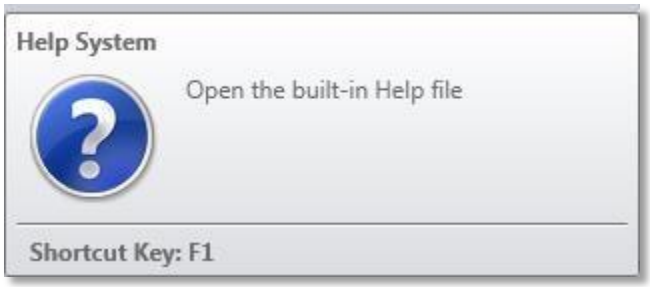
帮助菜单中的文档部分。



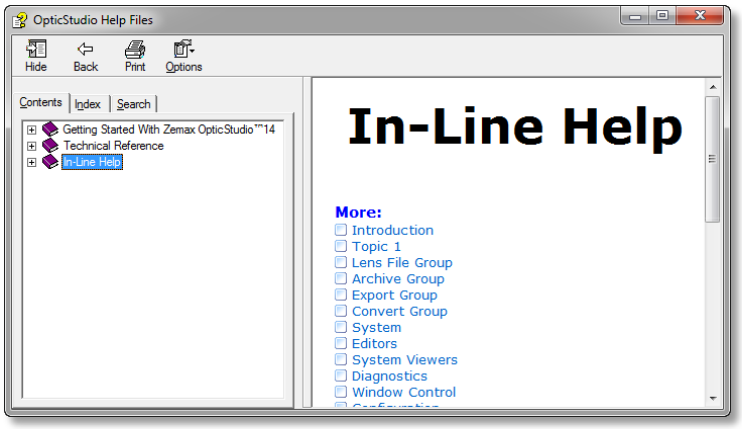
[帮 助 系 统 （ 文 档 选 项 卡 ）](Help System (documentation group))



帮助系统按钮位于帮助选项卡的文档部分。



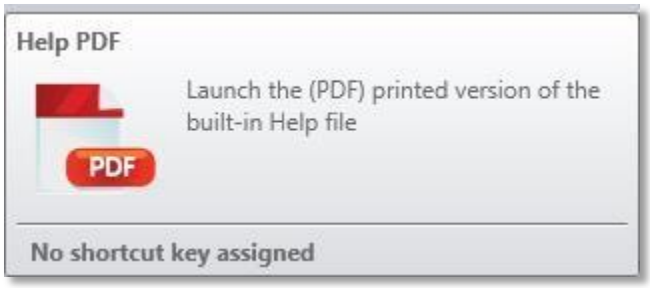
点击按钮将打开一个 OpticStudio 内置的帮助文件数据库窗口。



[帮助 PDF](Help PDF)

用户指南按钮位于帮助菜单的文档部分。

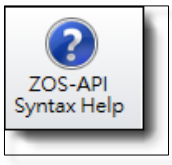




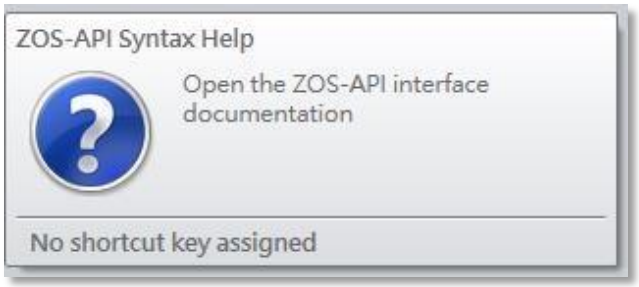
点击按钮将打开一个 PDF 版本的交互式帮助文件。

[ZOS-API 语法帮助（文档选项卡）](ZOS-API Syntax

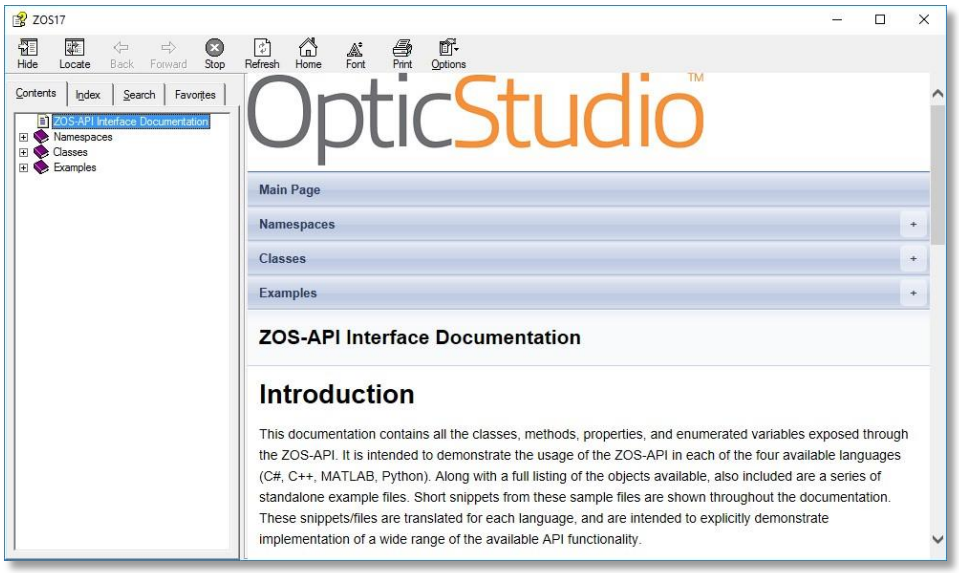
Help (documentation group))



ZOS-API 语法帮助按钮位于帮助菜单的文档部分。



点击按钮将启动一个单独的帮助文件，其中详细介绍了 API 中使用的命名规则和函数分类，并包含几段连接 Python，MATLAB，C＃和 C ++的示例代码。



[资源选项卡](Resources Group)

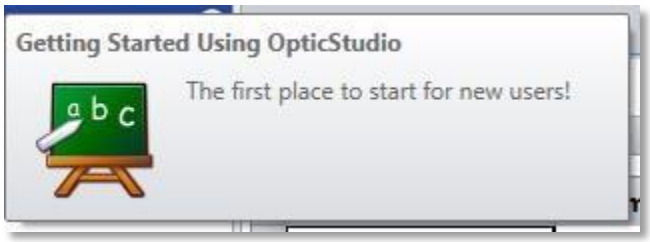
帮助菜单中的资源部分。



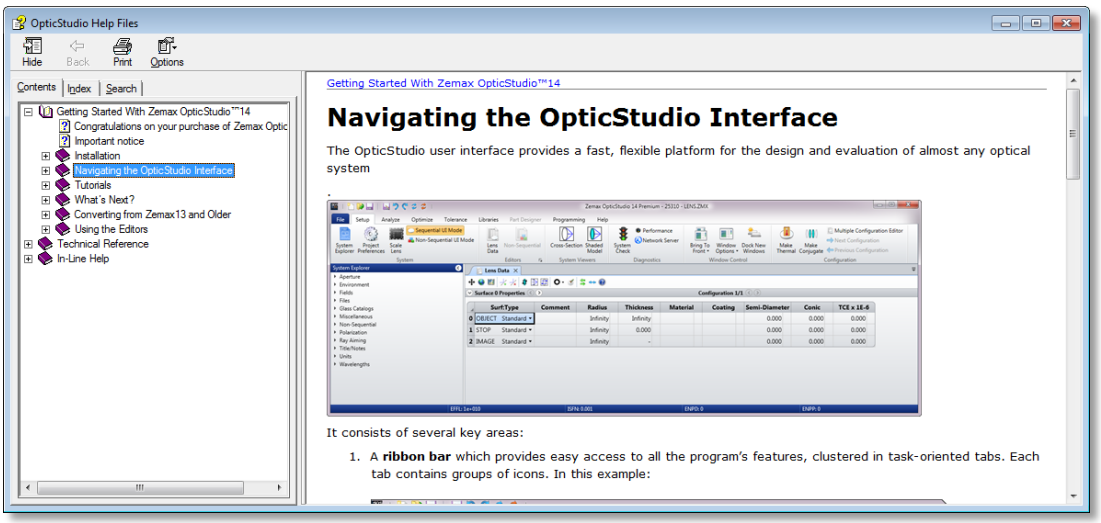
OpticStudio 入门指南 (Getting Started Using OpticStudio)

入门指南按钮位于帮助菜单的资源部分。





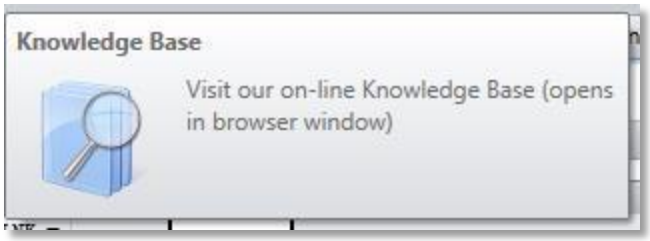
点击按钮将会打开一个关于 OpticStudio 帮助文资料库中功能介绍部分的窗口。



[知识库] (Knowledge Base)

知识库按钮位于帮助菜单的资源部分。





点击按钮将打开网页浏览器并导航至 Zemax 线上知识库页面。

[电子邮件技术支持] (Email Technical Support)

电子邮件技术支持按钮位于帮助菜单的资源部分。





点击按钮将会新建一封以 Zemax 技术支持为地址的邮件：support@zemax.com。

我们推荐您通过这一方法获取技术支持。 请将您的序列号写在电子邮件的标题中。

[网站选项卡](Websites Group)

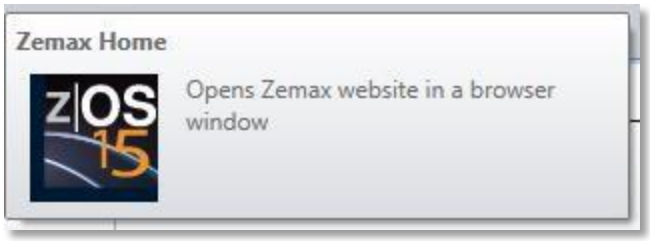
网站选项卡是帮助菜单的网站部分。



[Zemax 主页](Zemax Home)

Zemax 主页按钮位于帮助菜单的网站部分。





点击按钮将打开网页浏览器并导航至 Zemax 主页。
网址：http://www.zemax.com/

[用户论坛](User Forums)





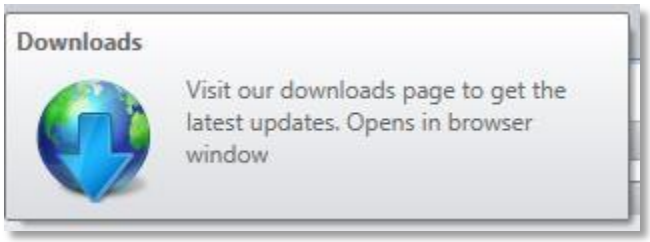
用户论坛按钮位于帮助菜单的网站部分。

点击按钮将打开网页浏览器并导航至线上 Zemax 用户论坛。
网址：http://forum.zemax.com/default.aspx
中文论坛请点击：http://forum.zemax.com/Zemax-Forum-ChineseZemax-Forum
日语论坛请点击：http://forum.zemax.com/Zemax-Forum-Japanese-Zemax-Forum

[下载](Downloads)



下载按钮位于帮助菜单的网站部分。



点击按钮将打开网页浏览器并导航至到我们的下载页面以获取最新的更新。
网址：http://zemax.com/support/downloads/

实用工具选项卡 (Utilities Group)

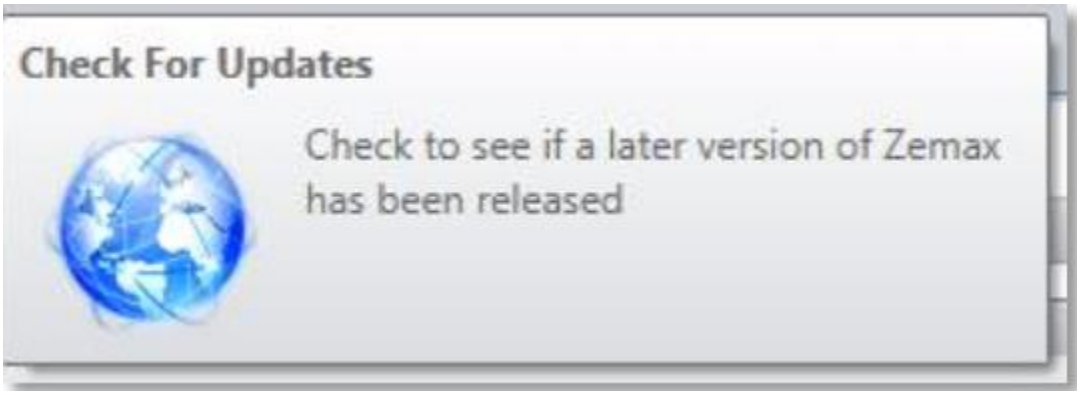
这是“帮助”菜单的“实用工具”部分。



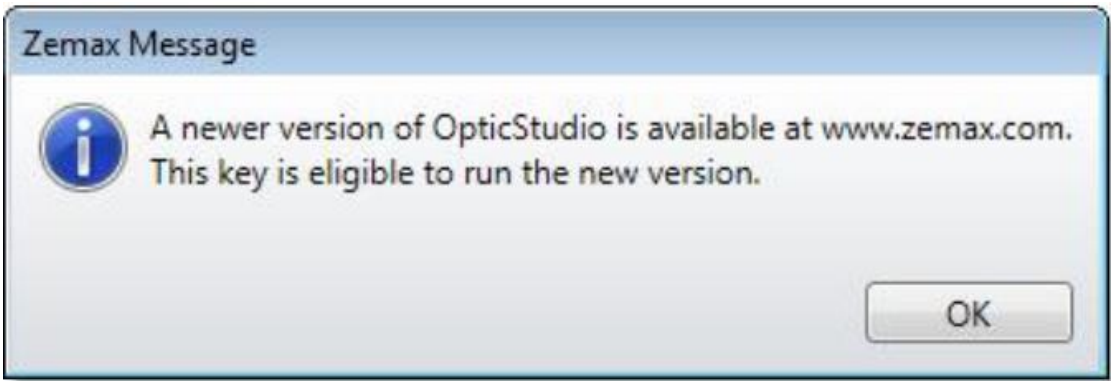
检查更新(Check for Updates)



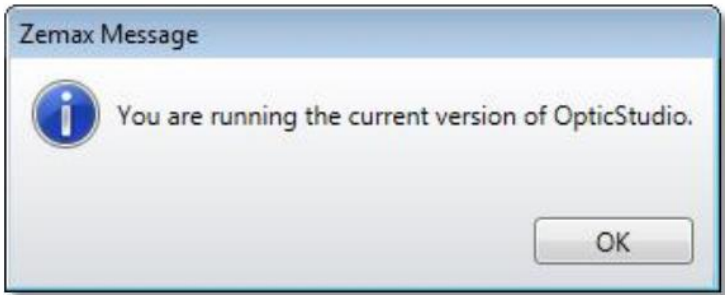
检查更新按钮位于帮助菜单中的实用工具部分。



点击这个按钮可以查看 **OpticStudio** 是否发布了新的版本，以及检查您的 **OpticStudio** 密钥是否符合运行新版本的条件。



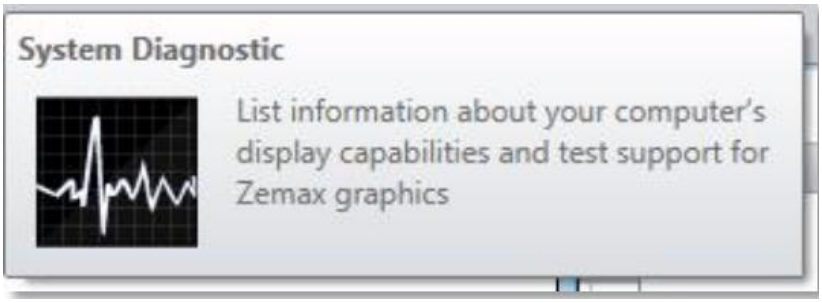
或者，您已经更新至最新版本，将会出现以下提示：



系统诊断(System Diagnostic)

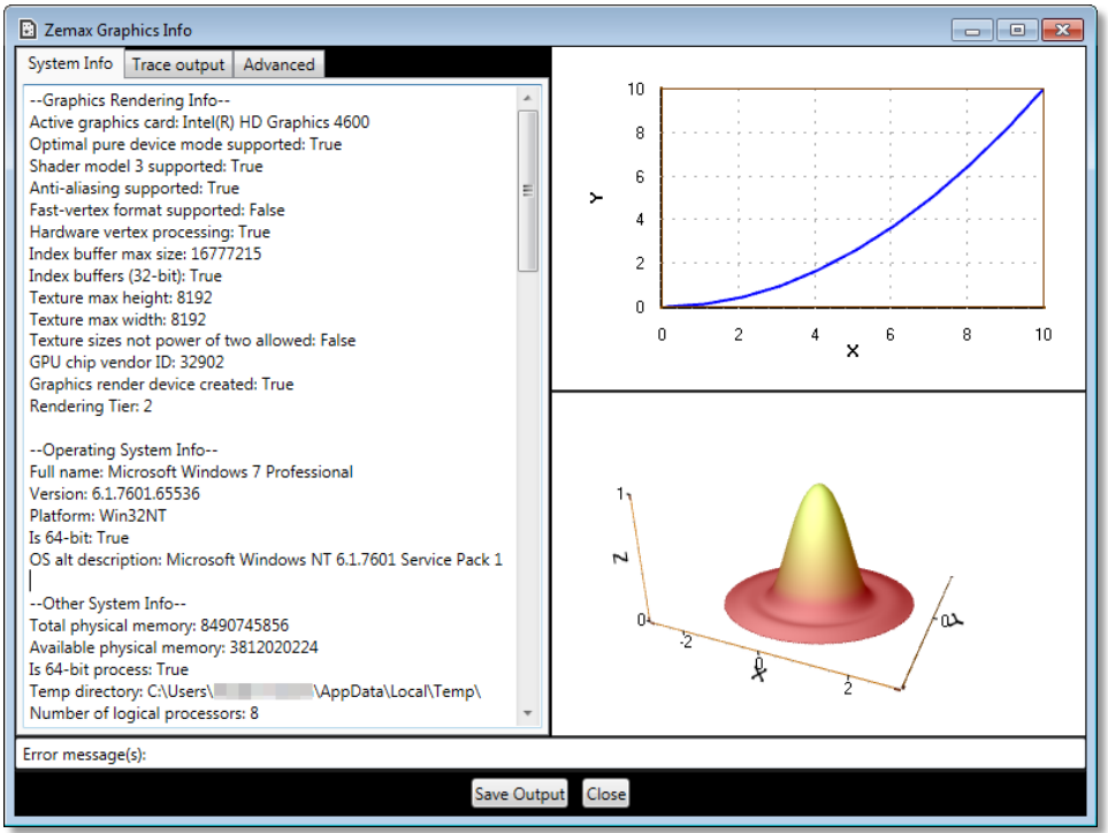


系统诊断按钮位于帮助菜单中的实用工具部分。



系统诊断工具会以图表的形式显示信息及其他特定于您的操作系统的诊断信息。
点击保存结果**(Save Output)**按钮将以文本文件格式导出诊断数据。

这里是一个示例：



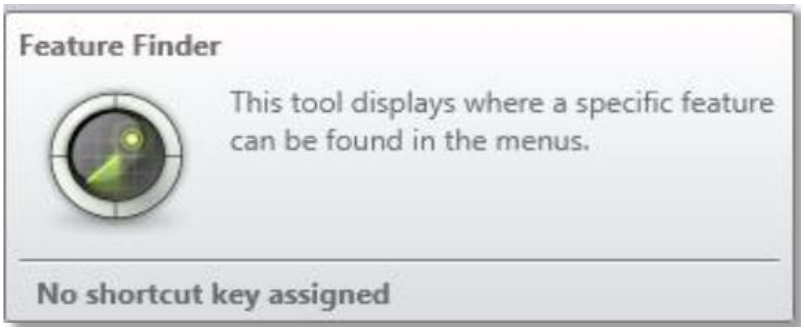
如果您遇到了任何图像显示的问题，您可以运行系统诊断，并将运行结果发送至 support@zemax.com，邮件内容请包含：

1. 您的 OpticStudio 密钥序列号；
2. OpticStudio 图形信息窗口的截图；
3. 将“保存结果”文本文件添加至邮件附件；

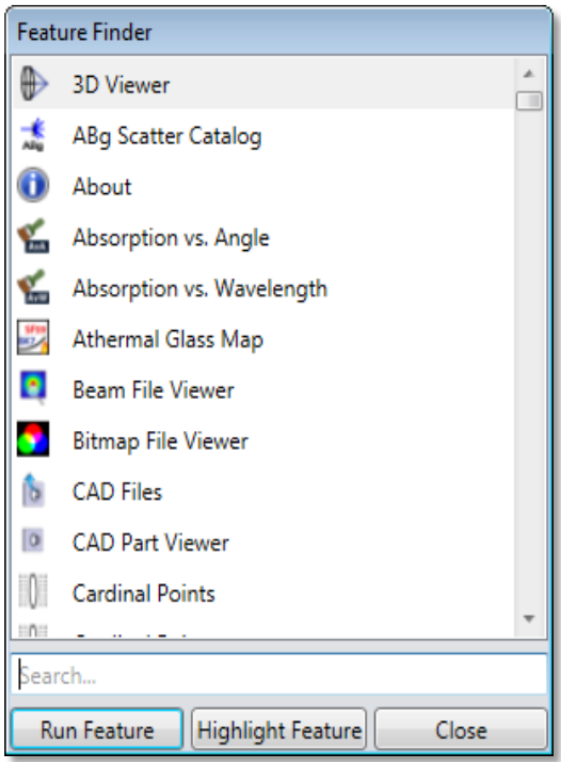
功能查找 (Feature Finder)



功能查找按钮位于帮助菜单中的**实用工具部分**。



这个工具能够帮助用户在 **OpticStudio** 用户界面中查找不同工具和分析功能的位置。



在搜索栏中键入一个关键字，就可以找到相关的分析功能或工具。

按钮功能

执行特征(Run Feature) ：打开/运行选定的工具或分析窗口。
高亮功能(Highlight Feature)：在 OpticStudio 用户交互界面中高亮显示选定工具或分析的位置。
关闭(Close) ：关闭特征查找窗口。

Zemax 实验室选项卡(Zemax Lab Group)

这是帮助中的 Zemax 实验室选项卡。



实验功能 (Feature Experiments)



实验功能按钮位于帮助菜单中的 Zemax 实验室部分。



在实验功能的下拉菜单中，您可以测试一些我们计划在下个版本中推出的新功能。由于这些新功能还没有完善的说明文件，所以如果您对分析功能有任何问题，请及时联系我们。在这些功能的工具栏中，您将看到一个 发送反馈**(Send Feedback)** 按钮，点击这个按钮将新建一封地址为我们的技术支持团队的电子邮件。

用户调研（Research Surveys）



用户调研按钮位于帮助菜单中的 Zemax 实验室部分。

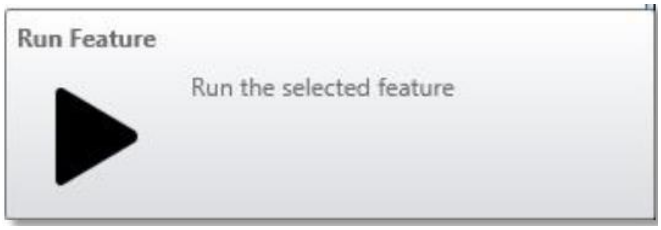


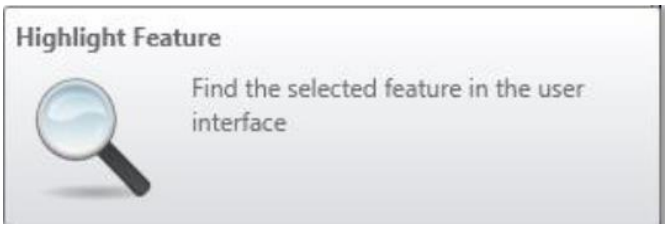
当 **Zemax** 有调查问卷需要您填写时，用户调研按钮的下拉菜单将启用。

搜索栏 (帮助菜单)[Search Bar (help tab)]

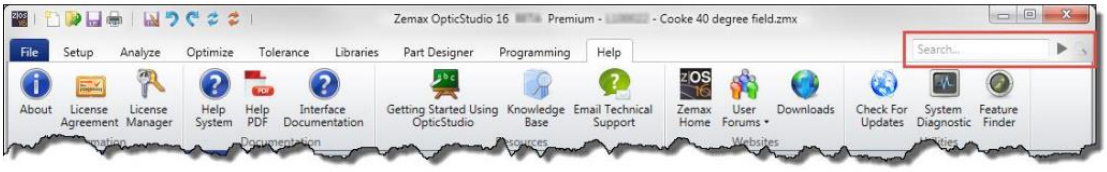
帮助菜单







搜索栏位于用户界面的右上角：



无论您当前选择的菜单是哪一个或者导航条是隐藏的，搜索栏总是可见的。它类似于特征查找工具，它将定位 OpticStudio 中不同工具以及分析功能的位置。

在搜索栏中输入一个关键字以查找相关的分析或工具。

按钮功能：
执行特征(Run Feature)（播放图标）：打开/运行选定的工具或分析窗口。
高亮功能(Highlight Feature)：在 OpticStudio 用户交互界面中高亮显示选定的工具或分析的位置。

规约和定义

本章介绍在本手册中所使用的规约和术语定义。OpticStudio 使用的大部分规约和术语都是在光学行业通用的，但其中也可能有一部分存在重要的差别。

当前结构

当前结构是当前显示在透镜数据编辑器中的结构。有关详细信息，请参阅使用多重结构。

角放大率

近轴像方空间主光线角度与近轴物方空间主光线角度的比率。角度是相对于近轴入瞳和出瞳位置测得的。

切趾

切趾是指系统入瞳上照度的均匀性。默认情况下，应始终均匀照亮光瞳。但是，也有光瞳不均匀照亮的情形。为此，OpticStudio 支持光瞳切趾，即光瞳中光强的变化。

支持三种类型的光瞳切趾：均匀、高斯和子午。除均匀以外，对于每种类型，切趾因子可以确定光瞳中光强变化的比例。有关切趾类型和因子的详述，请参阅系统选项的孔径部分。

OpticStudio 还支持用户自定义切趾，能放到任一表面上。表面切趾与光瞳切趾表现不同，因为表面不一定位于光瞳位置。有关面切趾的更多信息，请参阅用户自定义面。

后焦距

OpticStudio 将后焦距定义为从最后一个玻璃表面沿 Z 轴到无限共轭的物所成近轴像面之间的距离。

注意如果像空间不位于空气中（即像面的材料一栏包含有材料的名称），则报告给出的后焦距是从像面到无限共轭的物所成近轴像面之间的距离。

如果没有玻璃表面，则后焦距是指从表面 1 到无限共轭的物所成近轴像面之间的距离。

基面

术语基面（有时称为基点）是指像面与物面之间有特定放大率的特殊共轭位置。基面包括主平面（垂轴放大率为 +1），反主平面（垂轴放大率为 -1），节平面（角放大率为 +1），反节平面（角放大率为 -1），焦面（对于像空间焦面，放大率为 0；对于物空间焦面，放大率为无限）。

除焦平面外，基面彼此共轭，换言之，像方空间主平面与物方空间主平面共轭，其它基面以此类推。如果透镜在物方空间和像方空间内的折射率相同，则节平面与主平面重合。

OpticStudio 列出了从像面到各个像方空间基面的距离以及从第一面到各个物方空间基面的距离。

主光线

如果没有渐晕且不存在像差，则可以将主光线定义为从特定视场点出发，通过入瞳的中心到达像面的光线。
请注意，如果没有渐晕或像差，则通过入瞳中心的任何光线也将通过光阑中心和出瞳的中心。

如果使用渐晕因子，则可以将主光线看作是通过渐晕光瞳中心的光线，这意味着主光线可能不一定通过光阑的中心。

如果有光瞳像差（实际上光瞳像差始终存在），则主光线可能通过近轴入瞳的中心（如果光线瞄准关闭）或光阑的中心（如果光线瞄准开启），但通常不会同时通过上述两个中心。

如果存在渐晕因子使光瞳偏心，则主光线将通过渐晕入瞳的中心（如果光线瞄准关闭）或渐晕光阑面的中心（如果光线瞄准开启）。

常规的约定是 chief 光线通过渐晕光束的中心，而 principal 光线通过非渐晕光束的中心。Opticstudio 从不使用 principal 光线。大部分计算是参照的主光线或质心。请注意，通常首先选择质心参考，因为它是以实际照亮像面的所有光线的聚集效应为基础的，而不是基于任意

选择的一条“特殊”光线。

坐标轴系

光轴为 Z 轴，且从物体传播的初始方向为正向 Z 轴。镜面之后将翻转传播的方向。坐标系为右手坐标系，在标准布局图上 X 轴（弧矢）正方向为“进入”显示器的方向。Y 轴（子午）正方向为垂直向上的方向。

传播方向为从左到右，沿着 Z 轴正方向。在奇数个镜面后，光束实际上沿 Z 轴负方向传播。因此，在奇数个镜面后所有厚度均为负数。

衍射极限

术语衍射极限是指光学系统的性能受衍射的物理效应限制，而不是设计或加工方面的不完善所造成的性能下降。确定系统是否为衍射极限的常用方法是计算或测量光程差。如果峰谷 OPD 小于波长的四分之一，则认为系统达到衍射极限。

可以通过其它许多方法确定系统是否达到衍射极限，如斯特列尔比、RMS OPD、标准偏差和最大斜率差等。有可能通过一种方法认定系统达到衍射极限，而通过另一种方法认定系统没有达到衍射极限。

在某些 OpticStudio 分析图（如 MTF 或衍射圈入能量）中，可以选择显示衍射极。此数据通常通过从视场中选一个参考点进行追迹光线计算得到，不论实际（有像差的）光程如何，在考虑进光瞳切趾、渐晕、F/#、表面孔径和透过率后，光程差被设置为零。

对于同时包含 x 和 y 方向零视场点的系统（如 0.0 x 角度和 0.0 y 角度），参考视场位置即为该轴上视场。如果没有定义 (0, 0) 视场点，则应将视场位置 1 的视场坐标用作参考坐标。

边缘厚度

OpticStudio 按如下公式定义表面的边缘厚度：

$$E_i = Z_{i+1} - Z_i + T_i$$

其中，Z_i 为该表面矢高，Z_{i+1} 为下一个表面矢高，T_i 为该表面的轴向厚度。矢高值按各个表面

的 +y 通光半直径或半直径来计算；请注意，如果表面不是旋转对称或表面孔径依据其它面来设置，则利用用+y 径向孔径来计算边缘厚度可能是不充分的。

边缘厚度求解使用的边缘厚度的定义略有不同。仅对边缘厚度求解而言，i+1 表面的矢高按表面 i 的通光半直径或半直径计算。这种方法可避免在计算中出现无限循环，因为更改表面 i 的厚度可能会改变表面 i+1 的通光半直径或半直径（如果后者的通光半直径或半直径处于“自动”模式且基于光线追迹计算）。

有关更多信息，请参阅“厚度：边缘厚度”和“输入半直径数据”。

有效焦距

从后主平面到近轴像面的距离。这是针对无限共轭进行计算的。主平面计算始终基于近轴光线数据。有效焦距的参考折射率始终为 1.0，即使像方空间的折射率不是 1 也是如此。

入瞳直径

光阑在物方空间近轴成像的直径（以透镜单位计）。

入瞳位置

系统中近轴入瞳相对于第一面的位置。第一面的始终为表面 1，而不是物面（表面 0）。

出瞳直径

光阑在像方空间近轴成像的直径（以透镜单位计）。

出瞳位置

近轴出瞳相对于像面的位置。

视场角和高度

可以将视场点指定为角度、物高（对于使用有限共轭的系统）、近轴像高或真实像高。视场角始终以角度为单位。角度是相对于物方空间 Z 轴和该轴上的近轴入瞳位置的角度。正向视场角度是指该方向上的光线斜率为正，因此需要参照远处物体的负向坐标。OpticStudio 使用以下公式将 x 视场角 (α_x) 和视场角 (α_y) 转换为光线方向余弦：

$$\tan\alpha_x = \frac{l}{n}$$

$$\tan\alpha_y = \frac{m}{n}$$

$$l^2 + m^2 + n^2 = 1$$

其中，l、m 和 n 分别为 x、y 和 z 的方向余弦。如果使用物高或像高定义视场，则应以透镜单位计量高度值。当以近轴像高用作视场定义时，其高度值是近轴像面上主波长主光线的近轴成像坐标，如果光学系统有畸变，则实际主光线将位于不同位置。在使用实际像高作为视场定义时，其高度值是像面上主波长主光线的实际光线坐标。当使用角度作为视场定义使，使用最大径向视场来计算归一化视场。正因如此，最大径向角度被称为归一化角度。（关于最大径向视场与最大视场角的区别请参阅“视场”章节中的归一化部分）

OpticStudio 对于许多功能使用归一化视场坐标。有关如何归一化视场坐标的信息，请参阅“归一化视场坐标”定义。对于如何设置视场类型和值，请参阅“视场”。

光阑尺寸浮动

光阑尺寸浮动是 OpticStudio 系统孔径类型中的一种。此术语是指当已知入瞳位置、物方空间数值孔径、像方空间 F/# 和光阑面半径中的其中一项时，实际就是其余项也是确定的。因此，设置光阑面半径后允许其他值浮动是定义系统孔径非常有效的方法。当光阑面是在系统中间的不可更改的真实孔径时（如在设计无光焦校正光学器件时），此方法特别方便。

鬼像反射

鬼像反射是由少量的反射光（而非穿透透镜面折射）所形成的错误的多余图像。例如，在太阳光下的视场中拍摄的照片上看到的孔径光栏面所成的多个像便是由鬼像反射所导致的。鬼像可能会在成像系统和高能量雷射系统中导致问题。

玻璃

玻璃 (Glasses) 这个词在 OpticStudio 已经更名为材料 (Material)。玻璃是在材料 (Material) 列中按名称输入的。可以通过 Material Catalog 工具查看目前软件可用的玻璃，并输入新玻璃。有关详细信息，有关详细信息，请参阅“使用材料库”一章。如果材料一栏中的内容是空白，则视为空气，会使用空气的折射率进行计算。也可以输入材料名称为“MIRROR”以把表面设为镜面，尽管材料库中并不是真的有这个材料。但镜面空间的折射率始终等于镜面前介质的折射率。

如果一个面或一个物体的材料表示为“MIRROR”，且没有给它定义膜层，则该面将被假设为其镀了一层厚的铝膜，折射率为 0.7-7.0i。铝层被假设为足够厚，以至于没有光线能够穿过此膜层。这就相当于一个没有镀膜的且带有反射率小于 1 的镜面，尽管反射率的精确值取决于光线的偏振态。

有关温度和压力对折射率数据的影响的信息，请参阅“定义温度和压力”。

六边环

在 OpticStudio 执行许多种计算时，都会让用户选择光线样式 (Ray Pattern)，如点列图 (Spot Diagram)。光线样式是指一组光线在入瞳中排列方式的规则。六边样式是以旋转对称形式分散一组光线的方式。六边样式是通过中心光线周围的光线的环数进行描述的。第一个环包含 6 条光线，每条光线以每隔 60 度环绕着入瞳，且第一条光线从 0 度开始（在光瞳的 +x 轴上）。第二个环包含 12 条光线（共 19 条，包括位于第“0”环的中心光线）。第三环包含 18 条光线。每个后续环包含的光线均比前一个环多 6 条。

许多能指定光线样式的分析工具（如点列图）都预设使用六边环作为指定光线数的方式。如果

六边取样密度为 5，则并不意味着将要使用 5 条光线。取样密度为 5 表示将要使用 1 + 6 + 12 + 18 + 24 + 30 = 91 条光线。

像空间 F/#

像空间 F/# 是近轴入瞳直径与无限共轭计算的近轴有效焦距之间的比。请注意，有效焦距的计算采用无限共轭定义，即使这个透镜系统不是无限共轭。

像空间数值孔径 (NA)

像空间数值孔径为像空间折射率乘以近轴轴上主光线和近轴轴上 +y 边缘光线（主波长定义）之间角度的正弦值。

透镜单位

透镜单位是测量透镜系统的主要单位。透镜单位可用于表示半径、厚度、孔径以及其他量，透镜单位可以是毫米、厘米、英寸或米。

边缘光线

边缘光线是从物体的中心出发，到达入瞳的边缘，并最终到达像面的光线。

如果存在渐晕，OpticStudio 可以通过把到达渐晕入瞳边缘的光线定义为边缘光线来延伸此定义。如果开启光线瞄准，则边缘光线位于渐晕光阑面的边缘。

另请参阅主光线的定义。

最大视场

最大视场是指能包围住定义的所有视点的最小径向坐标（如果在笛卡尔 XY 图上绘制出每个视场点的 x 值和 y 值）。如果视场类型为角度，则最大视场以角度来度量，如果视场类型为物高、近轴像高或真实像高，则最大视场以透镜单位来度量。视场类型在“视场角和高度”定义中进行了介绍。要设置视场类型和值，请参阅视场。

混合模式

混合模式是结合了序列模式与非序列模式的模式，是使用了非序列物体的序列光线追迹。在序列模式中可以通过在镜头数据编辑器中添加非序列元件来使用混合模式。详见“混合模式中的非序列光线追迹”。

原生物体

原生物体指在非序列元件编辑器中内建的利用参数定义的物体。对原生物体的光线追迹 OpticStudio 使用 10^{-12} 的相对内部光学精度。

当在 OpticStudio 中导入非原生物体，例如 STEP 文件时，物体表面是利用非均匀有理 B 样条曲线(NURBS)来定义的。NURBS 表面描述方式不能达到某些精度，但能精确描述二次非球面。因此对于球面，椭球面，抛物面，双曲面的描述是精确的，但对高次面型描述不精确。此外，使用 NURBS 比利用原生物体需要更多内存，以及更多时间来渲染和进行光线追迹。

注意 OpticStudio 中也提到了“原生 CAD 文件”，它与我们在这里所讲的原生物体不是一回事。原生 CAD 文件指的是零件或装配体文件格式对于生成零件及装配体的 CAD 软件来说是原生的。例如，SolidWorks 零件文件格式(*.SLDPRT)是原生 CAD 文件，对于 Autodesk Inventor 零件文件是(*.IPT)，对于 Creo Parametric 零件文件是(*.PRT)。OpticStudio 对于所有 CAD 零件都使用 NURBS 表示。

非近轴系统

术语非近轴系统是指通过近轴光线数据无法充分表示的光学系统。该系统通常含有诸如倾斜

或偏心、高次非球面、轴锥镜、全息图、光栅、三次样条、ABCD 矩阵、梯度折射率、衍射元件、及非序列面等面型。

对于旋转对称结构中包含的常规折射和反射元件的系统，已经建立了许多光学像差理论。这包括赛德尔像差、畸变、高斯光束数据，以及几乎所有的一阶特性，如焦距、F/#、光瞳尺寸和位置。所有这些值都是根据近轴光线数据计算的。

如果分析的系统包含所描述的任何非近轴元件，那么根据近轴光线追迹计算的任何数据则不可信。OpticStudio 通常会使用精确的真实光线追迹来通过这些表面和元件，而不是近轴光线。

对于能用近轴光学就能充分描述的光学系统，当入瞳半径趋向零的时，实际边缘光线与近轴边缘光线数据会跟着收敛。

非序列光线追迹

非序列光线追迹是指只沿着可能的路径追迹光线，直到它们被物体拦阻。光线随后会折射、反射或被吸收，取决于光线所碰到物体的特性。之后，光线继续开始新的光程。在非序列光线追迹中，光线可能会以任意顺序射向任何一组物体，或者可能会重复碰触同一物体，具体取决于物体的几何形状和特性。

另请参阅“序列光线追迹”定义。

归一化视场坐标

OpticStudio 程序和文档中都会使用归一化视场坐标。有两个归一化视场坐标：Hx 和 Hy。归一化视场坐标很实用，因为它可以通过一种不随着个别视场定义或光学系统整个视场改变影响的方式来定义有用的视场位置。例如，归一化视场坐标 (0, 1) 始终位于视场的顶部，无论是将视场点定义为角还是高度，也不考虑视场坐标值的大小。

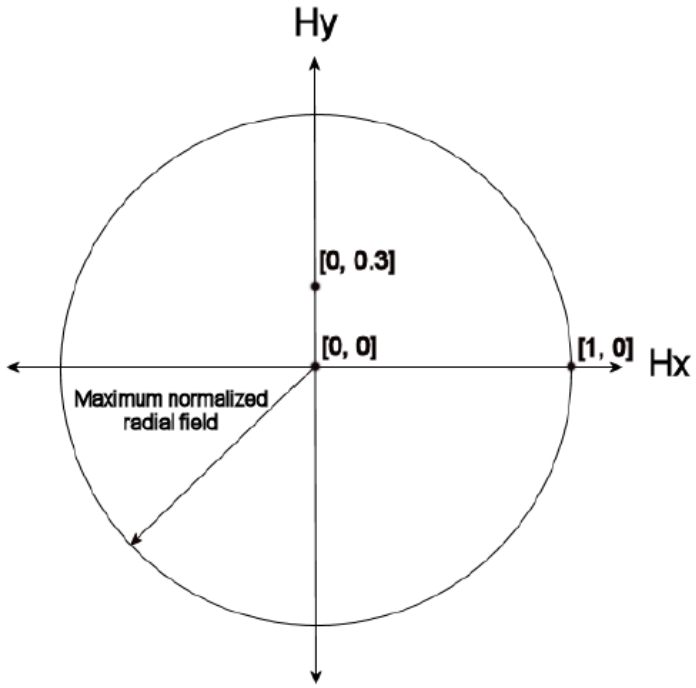
可以通过两种方法归一化视场：径向和矩形。可以在“视场数据”对话框中选择视场归一化方法；有关说明请参阅“视场角和高度”定义。

径向视场归一化

如果视场归一化为径向，则归一化视场坐标表示单位圆上的点。此单位圆（称为最大径向视场）的半径是根据视场坐标中距离原点最远的视场点的半径确定的。最大径向视场大小随后用于将所有视场缩放到归一化视场坐标中。真实视场坐标可以通过将归一化坐标（H_x 和 H_y）乘以最大径向视场的值来确定。

$$f_x = H_x F_r, \text{ and } f_y = H_y F_r,$$

其中，F_r 为最大径向视场值，f_x 和 f_y 为以视场单位表示的视场坐标。



例如，假设在 (x, y) 方向，使用以透镜单位表示的物高在 (0.0, 0.0)、(10.0, 0.0) 和 (0.0, 3.0) 定义 3 个视场点。包含最大径向坐标的视场点是第二个视场点，因此最大径向视场值为 10.0。归一化坐标 (Hx = 0, Hy = 1) 所指视场坐标为 (0.0, 10.0)。归一化坐标 (Hx = 1, Hy = 0) 指视场坐标 (10.0, 0.0)。注意：归一化视场坐标可定义不与任何已定义视场点相对应的视场。最大径向视场始终为正值。

在上述示例中，如果在 (-10.0, -3.0) 添加第四个视场点，则最大径向视场将为

$$F_r = \sqrt{3^2 + 10^2},$$

或约为 10.44031。归一化坐标应始终介于 -1 和 1 之间，并且还应符合以下条件：

$$H_x^2 + H_y^2 \le 1.$$

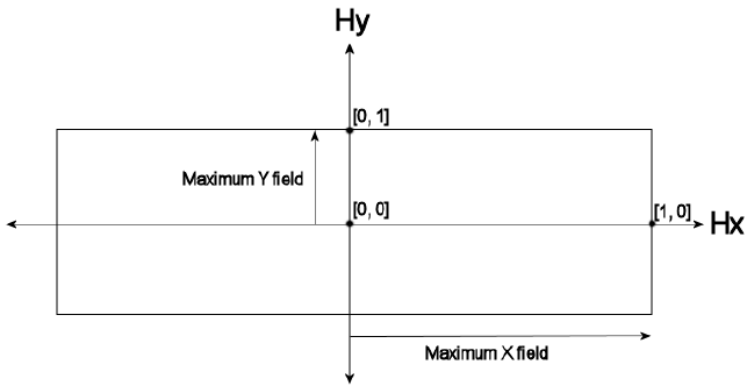
否则，视场点位于最大径向视场外部。

矩形视场归一化

如果视场归一化为矩形，则归一化视场坐标表示单位矩形上的点。此单位矩形的 x 和 y 方向宽度称为最大 x 视场和最大 y 视场，分别通过所有 x 和 y 视场坐标的最大绝对值来定义。然后，最大 x 和 y 视场大小用于将所有视场缩放到归一化视场坐标。真实视场坐标可以通过归一化坐标（H_x 和 H_y）乘以最大 x 和 y 视场大小确定。

$f_x = H_x F_x$, and $f_y = H_y F_y$,

其中，F_x 和 F_y 为最大 x 和 y 视场大小，f_x 和 f_y 为视场单位的视场坐标。



例如，假设在 (x, y) 方向定义了 3 个视场点，它们用以透镜单位表示的物高，分别为 (0.0, 0.0)、(10.0, 0.0) 和 (0.0, 3.0) 。包含最大 x 坐标的视场点是第二个视场点，因此最大 x 视场为 10.0。包含最大 y 坐标的视场点是第三个视场点，因此最大 y 视场为 3.0。归一化坐标 (Hx = 0, Hy = 1) 将参考视场坐标 (0.0, 3.0)。归一化坐标 (Hx = 1, Hy = 0) 将参考视场坐标 (10.0, 0.0)。归一化坐标 (Hx = 1, Hy = 1) 将参考视场坐标 (10.0, 3.0)。注意：归一化视场坐标可定义不与任何已定义视场点相对应的视场。最大 x 和 y 视场始终为正值。

在上述示例中，如果添加第四个视场点 (-10.0, -3.0)，则最大 x 和 y 视场值将不变。归一化矩形坐标应始终介于 -1 和 1 之间。

归一化光瞳坐标

在 OpticStudio 程序和文档中经常使用归一化光瞳坐标。可以使用两个归一化光瞳坐标：Px 和 Py。归一化光瞳坐标很实用，因为它可以通过一种不随着孔径尺寸或位置而改变的方式定义

有用的光瞳位置。例如，归一化光瞳坐标 (0.0, 1.0) 始终位于光瞳的顶部，并由此定义了边缘光线。归一化光瞳坐标 (0.0, 0.0) 始终通过光瞳的中心，并由此定义了主光线。

归一化光瞳坐标表示单位圆上的点。光瞳的径向尺寸由近轴入瞳的半径定义，除非光线瞄准开启，在这种情况下，光瞳的径向尺寸由光阑面的径向尺寸定义。有关光线瞄准的更多信息，请参阅光线瞄准。

例如，如果入瞳半径（非直径）为 8 毫米，则 (Px = 0.0, Py = 1.0) 是指瞄准入瞳顶部的光线。在入瞳面上，光线的坐标为（x = 0.0 毫米，y = 8.0 毫米）。

请注意，归一化光瞳坐标应始终介于 -1 和 1 之间，且

$$P_x^2 + P_y^2 \le 1 .$$

使用归一化光瞳坐标的重要优势是，在归一化坐标中定义的光线在光瞳尺寸和位置发生变化时仍然有意义。假设在优化透镜设计之前，定义一个光线集来计算系统评价函数。通过使用归一化坐标，即便入瞳尺寸或位置，或者是物体尺寸或位置发生变化，甚至是在优化过程中，同样的光线集也不会发生变化。

NSC

非序列元件（NSC）物体是在非序列光线追迹时使用的 3D 物体。可以在非序列模式和混合模式中定义非序列元件物体：

- 在非序列模式的非序列元件编辑器中定义 NSC 物体。更多信息，参阅非序列模式中的 NSC 光线追迹。
- 在混合模式中的镜头数据编辑器中定义 NSC 物体。更多信息，参阅非序列模式中的 NSC 光线追迹。

物方空间数值孔径

物方空间数值孔径代表了从物面发出的光线的发散度。将数值孔径定义为物方空间的折射率乘以近轴边缘光线角度的正弦。边缘光线可定义从物体点上发出的光锥的边界。

参数数据

参数数据值用于某些非标准表面类型。例如，参数数据可以包括非球面系数、光栅间距，或倾斜和偏心数据。有关参数数据值的完整详述，请参阅镜头数据编辑器中的序列表面一节。

近轴和傍轴光线

术语近轴是指“在轴附近”。近轴光学是指通过斯涅尔定律的线性形式便足以描述的光学。斯涅尔定律为：

$$n\sin\theta = n'\sin\theta'.$$

对于小角度，此定律变成

$$n\theta = n'\theta'.$$

光学的许多定义都是基于这一线性假设。像差是指偏离此线性的现象，因此经常将光学系统的近轴特性认为是没有像差的系统的特性。近轴光线追迹所使用的公式假设光学表面光焦度仅基于曲率的顶点半径，从而忽略表面的局部线性倾斜和高阶曲率。

近轴数据在与表面顶点正切的平面上进行计算，假设整个孔径范围内表面屈光度都与表面顶点上的曲率半径近似。某些特殊表面类型不能够使用近轴近似，对于这些表面即使对近轴光线也执行真实光线追迹计算。

OpticStudio 可以计算许多近轴数据，如焦距、F/#、焦点位置和入瞳直径等。当光学系统中有元件违反了下面这一假设时（假设整个孔径范围内表面屈光度都与表面顶点上的曲率半径近似）应谨慎使用这些近轴数据值。

许多分析功能需要用到近轴数据，通常作为真实光线数据的参考。为了确保这些功能能够正常工作，对于不符合上述近轴假设的光学系统，OpticStudio 追迹与参考光线成小角度的真实（真实是指直接使用斯涅尔定律）“傍轴”光线，参考光线通常是轴上光线或主光线。傍轴光线用于计算光阑尺寸减小时系统的性质，以便能够更好地评估近轴性质。

OpticStudio 使用傍轴光线（而非近轴光线）的原因是因为许多光学系统包含非近轴元件。非近轴意味着常规的一阶光学理论无法描述这些元件。包括倾斜或偏心系统，以及使用全息图、衍射光学元件、常规非球面和梯度折射率透镜的系统。

综上所述，近轴光线数据是使用一阶近似值计算近轴光线数据，而傍轴光线是真实、精确追迹的光线（接近于主光线或参考光线）。大多数近轴数据（如 EFL、F/# 和放大率）都使用近轴光线，如果不能用每个表面的顶点光焦度有效描述光学系统，则这些近轴计算数据无效。OpticStudio 的大多数分析功能都使用傍轴光线，以使得这些功能在更大范围的光学系统中有效，包括那些系统中含有无法用表面顶点光焦度有效描述光学表面的系统。

近轴像高

近轴成像面上全视场像的近轴径向尺寸（用透镜单位表示）

近轴放大率

径向放大率，即近轴像高与物高的比。近轴放大率是在近轴像面测量的。对于无限共轭系统，此值始终为零。

近轴工作 F/#

近轴工作 F/# 定义为

$$W = \frac{1}{2n\tan\theta},$$

其中，θ 为像空间的近轴边缘光线角度，n 为像空间的折射率。近轴边缘光线是在特定共轭追迹的光线。对于离轴系统，此参数参考轴上光线，并在光瞳上取平均值。近轴工作 F/#是忽略像差以后的有效 F/# 。另请参阅“工作 F/#”定义。

主波长

显示的主波长，以微米为单位。此值用于计算大多数其它近轴值或系统值，如光瞳位置。

半径

每个表面的曲率半径都以透镜单位表示。规约规定：如果曲率中心是在表面顶点的右侧（沿局部 z 轴距离为正），则半径为正数；如果曲率中心是在表面顶点的左侧（沿局部 z 轴距离为负），则半径为负数。这与系统中的镜面数完全无关。

真实传播

真实传播是指光线在能量实际传播的方向传播。另请参阅“虚拟传播”和“厚度”定义。

弧矢和子午

术语“子午”是指在子午平面上计算的数据，子午面是通过一条线和一个点定义的平面：线是对称轴，点是物方空间的视场点。弧矢面是与子午面正交的平面，并且弧矢面在入瞳位置还与对称轴相交。

对于具有沿 Y 轴的视场的典型旋转对称系统，子午面是 YZ 平面，弧矢面是与 YZ 平面正交的平面，弧矢面与 YZ 平面垂直与入瞳中心相交。

使用此定义的一个问题是不容易扩展到非旋转对称系统。正是这个原因，无论视场点在什么位置，OpticStudio 都将子午平面定义为 YZ 平面，并且始终沿物方空间的局部 y 轴计算子午数据。弧矢面与 YZ 平面正交，且像往常一样与入瞳中心相交，并且始终沿物方空间的 x 轴计算弧矢数据。

子午面和弧矢面在光瞳坐标中通过切向角（切向角参阅 System Explorer 中的视场章节）绕 Z 轴旋转。参阅“渐晕系数”。

此规约背后理念如下。如果系统是旋转对称的，则只需用沿 Y 轴的视场点就能定义系统成像特性，并且应当使用这些视场点。在这种情况下，定义两种不同的参考平面是多余且两种定义相同。如果系统不是旋转对称，则没有对称轴，并且可以任意选择参考平面。

半口径快速计算功能（参阅“系统选项”的高级部分）正是使用了“真正的”子午面，OpticStudio 将该子午面定义为包含实际物方视场点和 z 轴的平面。

半直径

如果是非旋转对称系统则每个表面的大小通过半直径描述，如果是旋转对系统则通过通光半直径描述。默认值为通过所有实际光线（即不遮挡任何光线）所需的径向距离。手动输入半直径或通光半直径的值会在该值旁边显示“U”字符。字符“U”表示通光半直径或半直径由用户自定义。如果在由光焦度的折射面上设置用户自定义通光半直径或半直径（通过在相应列中输入值来完成），如果表面没有定义表面孔径，则 OpticStudio 会自动对该面应用“浮动”孔径。浮动孔径是一个圆形孔径，其最大径向坐标始终等于表面通光半直径或半直径。

有关表面孔径类型的更多信息，请参阅表面属性的“孔径”部分（在镜头数据编辑器中）。

只要表面不位于光束的焦散面上（注意，焦散面通常在像面或其附近），轴对称系统所有表面的通光半直径的计算会很精确。OpticStudio 通过追迹少量光瞳边缘光线来估算轴上系统的通光半直径。对于非轴上系统，OpticStudio 使用固定数目的光线或通过迭代算法来计算所需的通光半直径或半直径，尽管速度较慢，但结果更准确。

有关详细信息，请参阅高级中的“半直径快速计算”说明。请务必注意，OpticStudio 计算“自动”半直径或通光半直径只是估算，尽管这种方法通常足够准确。

有一些面的孔径可能变成很大，使得表面有多个 z 值；例如，一个很深的椭球面对于同一 x 和 y 坐标可能有多于一个 z 坐标。对于球面，这种状态称为“超半球面”，OpticStudio 对于不是球面的表面也会使用此术语。超半球面在半直径列中用星号“*”表示。这里显示的半直径为表面外边缘半直径，此值小于最大径向孔径。

序列光线追迹

序列光线追迹是指按预定义的顺序从表面到表面追迹光线。OpticStudio 按顺序对表面进行编号，从零开始表示物面。物面后面的起始面为 1，接下来是 2 和 3，依此类推，直至到达像面。序列追迹光线是指光线将从表面 0 开始，随后追迹到表面 1，然后追迹到表面 2 等。不能从表面 5 至 3 追迹光线；即使这些表面的物理位置使此光程成为正确光程。

另请参阅“非序列光线追迹”定义。

特殊字符

OpticStudio 中的许多地方支持用户自定义文件、材料、玻璃或其他名称。通常，OpticStudio 允许在这些名称中使用任何字符，除少量保留的“特殊字符”以外。特殊字符为空格、分号、单引号和 tab。

斯特列尔比

斯特列尔比通常用于衡量高品质成像系统的光学成像质量。斯特列尔比定义为衍射点扩散函数 (PSF) 的峰值强度除以无像差时的衍射点扩散函数 (PSF) 的峰值强度。OpticStudio 通过考虑和不考虑像差计算 PSF，并运用峰值强度比计算斯特列尔比。如果像差大到足以使 PSF 的峰值变得不明确，或者斯特列尔比约小于 0.1，此时斯特列尔比无意义。

表面孔径

表面孔径包括圆形、矩形、椭圆形和星形孔径，能够遮挡光线。还包括用户自定义的表面孔径和遮光形状，以及基于当前的通光半直径或半直径值的“浮动”孔径。表面孔径不会对光线发射或追迹产生任何影响，唯一的影响是当光线无法通过表面孔径时会让光线停止追迹。表面孔径也不会对系统孔径产生任何影响。

有关更多信息，请参阅表面属性的“孔径”部分。

系统孔径

系统孔径即整个系统的 F/#、入瞳直径、数值孔径或光阑尺寸。这 4 个数量中的任意一个都足以定义指定光学系统中的另外 3 个定义。系统孔径用于定义物方入瞳直径，入瞳用来发出光线。系统孔径始终是圆形的。光线经各种表面孔径发射后可能会形成渐晕。系统孔径只有一个，但表面孔径可以有多个。

厚度

厚度是（当前面）到下一个面顶点的相对距离（采用透镜单位）。厚度不可累积，每个厚度只是前一个顶点沿局部 z 轴的偏移量。可以使用坐标间断（参阅坐标间断）或表面倾斜和偏心（参阅表面属性的倾斜/偏心部分）更改局部 z 轴的方向。

真实传播（参阅“真实传播”）中的厚度始终会在镜面后改变符号。在偶数镜面后面（包括零镜面），对于真实传播，厚度为正数；对于虚拟传播（参阅“虚拟传播”），厚度为负数。在奇数镜面后面，对于真实传播，厚度为负数；对于虚拟传播，厚度为正数。此符号规约与反射镜数量或者是否存在坐标间断无关。不能通过旋转坐标 180 度来规避此基本规约。

全内反射 (TIR)

全内反射是指光线与表面法线的夹角太大，以至于无法满足斯涅尔定律规定的折射条件。当以大入射角的光线从高折射率介质折射到低折射率介质时（如从玻璃折射到空气），通常会出现这种情况。执行序列光线追迹时，会将全内反射光线视为错误，并将其终止。实际上，光线将会从边界反射（而非折射），但在执行序列光线追迹时 OpticStudio 不会考虑此影响。对于非序列光线追迹，全内反射光线可以正确地反射。

总长

总长是光学系统中“最左侧”和“最右侧”表面顶点之间的距离。从表面 1 开始计算。表面 1 和像面之间每个表面的厚度都需计算，但忽略任何坐标旋转。位于最大 z 坐标的表面定义“最右侧”表面，而位于最小 z 坐标的表面定义“最左侧”表面。在非轴向系统中，总长几乎没有价值或根本没有价值。

渐晕因子

渐晕因子是用于描述不同视场位置渐晕后的有效入瞳尺寸和位置的系数。OpticStudio 使用以下五个渐晕因子：VDX、VDY、VCX、VCY 和 VAN。这五个因子分别表示偏心 x、偏心 y、压缩 x、压缩 y 和切向角。所有五个因子的默认值均为零，表示没有渐晕。

可以将光学系统的视场和入瞳都看作是单位圆。在“归一化视场坐标”中定义的归一化视场和光瞳坐标是这两个单位圆上的坐标。例如，光瞳坐标 (px = 0, py = 1) 是指从视场的某些点跟踪到入瞳顶部的光线。如果系统中没有渐晕，OpticStudio 会在大多数计算中追迹光线以填充整个入瞳。

许多光学系统会故意使用渐晕。这意味着光线被非光阑面的孔径故意“修剪”了一部分。在光学系统中使用渐晕有两个常见原因。第一，渐晕可减小透镜大小，尤其是对于广角透镜。第二，渐晕可除去存在严重像差的光束部分。渐晕通常使得 F/# 随着视场角而递增（这将使图像变暗），但如果遮挡掉像差最严重的光线，图像质量会提高。

渐晕因子可以重新定义特定视场位置的入瞳。可以使用两个连续变换公式修改归一化光瞳坐标。首先，根据公式缩放和移动坐标：

$$P'_x = VDX + P_x(1 - VCX),$$

和

$$P'_y = VDY + P_y(1 - VCY),$$ 。

然后，缩放和移动的坐标按弧矢角θ旋转：

$$P''_x = P'_x \cos\theta - P'_y \sin\theta ,$$

和

$$P''_y = P'_x \sin\theta + P'_y \cos\theta ,$$

更多信息请查阅子午和弧矢。

VDX 可以用来向左和向右移动渐晕光瞳，而 VCX 可以用来在 x 方向放大或缩小光瞳。VDY 和

VCY 可以得到类似的结果。请注意，如果所有渐晕因子均为零，则光瞳坐标保持不变。渐晕因子提供了一种采用渐晕设计光学器件的快捷方法。但是，必须了解使用渐晕因子也有限制。

某些 OpticStudio 功能能够在没有设置渐晕因子的任意视场位置追迹光线。但这些功能不能保证在未被定义的视场位置计算的数据也准确。某些功能在计算时去除渐晕因子给每个表面添加孔径来遮挡并通过等量的光线。关于自动去除渐晕因子的功能的描述请查阅“分析”一章。

OpticStudio 的某些功能不会自动去除中间视场的渐晕因子，如评价函数中的光线操作数（例如，可以追迹一条特定光线的操作数，如 REAX）或 ZPL 宏。如果没有除去渐晕因子，OpticStudio 将尝试对渐晕因子插值。对于旋转对称系统或所有视场点都沿 y 轴的系统，OpticStudio 在相邻视场点之间插值以估算中间视场点的渐晕因子。对于更普遍的使用了 X 视场的光学系统，OpticStudio 使用最靠近已定义的视场点来确定任意视场点的渐晕因子。

一旦渐晕因子确定后，设计者需要确保超过渐晕光瞳的光线确实被渐晕。如果使用渐晕因子缩小透镜尺寸，则应使透镜小于通过渐晕光瞳边缘的光线大小。如果在真实光学系统中光线从大于渐晕孔径处能够通过，则透镜性能会与所设计模型不同。

相同或近乎相同的视场不能使用不同的渐晕因子。如果两个相邻视场使用不同的渐晕因子，则视场坐标必须不同，且其差异大约为最大视场坐标的 1E-06 倍。之所以这样要求是因为 OpticStudio 必须确定所有视场坐标的渐晕因子，而不仅仅是已定义视场位置的渐晕因子。相同的视场坐标拥有不同渐晕因子没有物理意义。设置此类型系统的正确方法是使用多重结构，并通过多重结构编辑器更改渐晕因子。

不论是否开启光线瞄准，渐晕因子都可以使用。如果光线瞄准关闭，则根据前面给出的方程重新对应近轴入瞳。如果光线瞄准开启，则在光阑面重新对应。

渐晕因子的一个可能应用是可以不使用光线瞄准功能考虑光瞳像差。这是一种高级技巧，可以用来在广角系统中提高光线追迹的速度。

可以在“视场数据”对话框中定义渐晕因子。有关更多信息，请参阅系统选项的视场部分。

渐晕因子也可以作为多重结构的参数；请参阅“多重结构”一章。有关使用渐晕作为设计工具的更多信息，请参阅在第一章中引用的所有相关资料。

虚拟传播

虚拟传播是指光线在与能量实际流动的方向相反的方向传播。虚拟传播往往用于放置虚拟光源或光瞳（观察虚像）。另请参阅“真实传播”和“厚度”定义。

波长数据

波长数据始终是参照当前系统温度和压强下的“空气”测量的（以微米为单位）。默认系统温度是 20 摄氏度，默认空气压强是 1.0 标准大气压。如果系统温度和/或压强已被修改，或者是在多重结构操作数的控制之下，必须根据新的空气温度和压强谨慎调整波长。

波长数据在系统选项的波长部分输入。

波长数据始终是参照系统温度和压强下的“空气”测量的（以微米为单位）。

工作 F/#

工作 F/# 定义为

$$W = \frac{1}{2n\sin\theta},$$

其中，θ 为像方空间的真实边缘光线的角度，n 为像方空间的折射率。边缘光线是在指定共轭进行追迹。工作 F/# 忽略表面孔径，但考虑渐晕因子。

对于离轴视场点或非轴对称系统，工作 F/# 通过轴上光线和四条边缘光线（渐晕光瞳的顶部、底部、左侧和右侧）之间数值孔径平方的平均值确定。可以将四条光线的数值孔径平方的平均值换算回相应的 F/#。

工作 F/# 通常比像方空间 F/# 更有用，因为它基于透镜实际共轭的真实光线数据。另请参阅“近轴工作 F/#”定义。

如果（由于光线错误）无法追迹边缘光线，则可临时使用较小光瞳估算工作 F/#。在这种情况下，即使无法在全孔径追迹光线 OpticStudio 也缩放数据来估算完整光瞳的工作 F/#，。

如果边缘光线与主光线几乎平行，则得到的 F/# 可能会变得很大，从而不准确。OpticStudio 把 F/# 的上限定位 10,000。此结果仅仅意味着使用光线追迹无法准确计算 F/#。如此大的 F/# 意味着输出光束几乎成平行，OpticStudio 多种计算中使用的假设在这种情况下无效。有两种解决方法，可以使用近轴透镜使得几乎平行的光束聚焦，或者使用出瞳尺寸和位置估算 F/#。

有关更多信息，请参阅系统选项的高级部分中的“F/# 计算方法”说明。

有关用于估算像面亮度的 F/# 的广义定义，请参阅有关“相对照度”分析详述中的“有效 F/#”详述。

附录：完整索引

目录

文件选项卡 THE FILE TAB 15

镜头文件组(Lens File Group) 15

新建/打开/保存/另存为 16
插入镜头 19
文件比较器 20

存档文件组（Archive Group） 22

创建存档文件（Create Archive） 23
加载存档文件（Load Archive） 24

输出文件组（Export Group） 26

CAD 文件 （CAD Files） 27
DXF/IGES 图元文件 （DXF/IGES Linework） 31
导出 2D DXF（Export 2D DXF） 31
导出 3D DXF（Export 3D DXF） 32
导出 IGES 图元（Export IGES Linework） 33
Zemax 黑盒文件（Zemax Black Box） 34
加密膜层（Encrypted Coating） 37

转换组（Convert Group） 38

转换至非序列组（Convert to NSC Group） 40

转换文件格式（Convert File Formats） 44

将 INT Zernike 转换成 OpticStudio 数据（INT Zernike to OpticStudio DAT） 45
转换干涉仪网格数据为 DAT 格式（INT Grid to OpticStudio DAT） 47
INT 网格转换为 OpticStudio GRD（INT Grid to OpticStudio GRD） 48
转换 Bitmap 图片为 OpticStudio 数据(Bitmap Image to OpticStudio DAT) 50
转换 OptiWave® F3d 数据文件为 ZBF 文件格式(OptiWave® F3d Beam File to OpticStudio ZBF) 51
转换到 MAT 数据(Convert to MAT) 52
转换 CODE V 文件到 OpticStudio 文件(Convert CODE V to OpticStudio) 54

分解组（Explode Group） 58

分解 SolidWorks 装配体文件（Explode SolidWorks Assembly） 58
分解 Autodesk Inventor 装配体文件（Explode Autodesk Inventor Assembly） 59
分解 Creo Parametric 装配体文件（Explode Creo Parametric Assembly） 60
分解 CAD 装配体文件（Explode CAD Assembly） 60

退出按钮（Exit Button） 61

设置选项卡 THE SETUP TAB..... 61

系统组(设置选项卡) System Group (the Setup Tab)..... 62
[系统选项] (System Explorer).....63
[系统孔径(系统选项)] (Aperture (System Explorer)) 67
[孔径类型] (Aperture Type).....68
[孔径值] (Aperture Value).....69
[切趾类型] (Apodization Type) 69
[分布因子] (Apodization Factor).....71
[净口径余量] (Semi Diameter Margin).....71
[全局坐标参考面] (Global Coordinate Reference Surface) 72
[远心物空间] (Telecentric Object Space).....72
[无焦像空间] (Afocal Image Space).....72
[在更新时迭代求解] (Iterate Solves When Updating) 74
[半口径快速计算] (Fast Semi-Diameters) 74
[检查渐变折射率元件口径] (Check GRIN Apertures) 75
[视场] (Fields).....75
[视场数据编辑器] (Field Data Editor) 76
[视场类型] (Field Type).....77
[视场向导] (Fields Wizard) 79
[当前视场] (Current Field) 82
[渐晕] (Vignetting).....82
[视场数据编辑器工具栏] (Field Data Editor Toolbar) 83
[定义广角视场] (Defining Wide-Angle Fields) 84
[波长] (Wavelengths) 84
[波长数据编辑器] (Wavelength Data Editor).....85
[环境] (Environment) 86
[光学系统的热分析] (Thermal Analysis of Optical Systems) 87
[定义温度和压力] (Defining Temperature and Pressure) 88
[定义波长] (Defining Wavelengths) 88
[折射率的计算] (Index of Refraction Computation).....88
[环境对渐变折射率、MIL 数和模型玻璃折射率的影响] ..90
[定义多重温度和压力值] (Defining Multiple Temperature and Pressure Values) 91
[定义考虑热效应的参数] (Defining Which Parameters Consider Thermal Effects) 91
[曲率半径(CRVT)值] (Radius of Curvature (CRVT) Values) 92
[厚度(THIC)值] (Thickness (THIC) Values) 92
[热参数值] (Thermal Parameter Values) 93
[热附加数值] (Thermal Extra Data Values).....93
[所有其他值] (All Other Values).....93
[在单个结构中定义多个环境] (Defining Multiple Environments within

a Single Configuration) 93
[自动热设置] (Automatic Thermal Setup)....94
[添加 TCE 数据] (Adding TCE data)....94
[对气体和液体进行建模(环境)] (Modeling Gases and Liquids (environment)) 95
[添加热折射率变化数据] (Adding Thermal Index Variation Data) 95
优化无热化镜头 Optimizing Athermal Lenses....96
[热分析限制] (Limitations of Thermal Analysis)....96
[偏振(系统选项)] (Polarization (System Explorer))....97
[将膜层相位转换为等效几何光线] (Convert Thin Film Phase to Ray Equivalent) 98
[无偏振] (Unpolarized) 98
[Jx, Jy, X-相位, Y-相位] (Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase)....99
[方法(偏振)] (Method (polarization)) 99
[偏振分析] (Polarization Analysis) 100
[偏振概念综述] (Review of Polarization Concepts)....100
[电场矢量] (The Electric Field Vector)....100
[视场与光线相位规约] (Field vs. Ray Phase Conventions) .101
[偏振椭圆] (The Polarization Ellipse)....102
[偏振术语的定义] (Definition of Polarization Terms) 102
[定义初始偏振] (Defining the Initial Polarization) 109
[定义偏振分量] (Defining Polarizing Components)....110
[使用偏振分析 OpticStudio 可以计算的内容](What OpticStudio Can Compute Using Polarization Analysis) 111
[体吸收和体透射] (Bulk Absorption and Transmission)....111
[对受抑全内反射进行建模] (Modeling Frustrated Total Internal Reflection)....112
[偏振分析限制] (Limitations of Polarization Analysis)....116
[高级（系统选项）] (Advanced Options (System Explorer))....117
[OPD 参考] (Reference OPD)....118
[出瞳] (Exit Pupil)....119
[无限] (Infinity) 119
[绝对/绝对 2] (Absolute/Absolute 2)....119
[近轴光线] (Paraxial Rays) 119
[忽略坐标断点] (Ignore Coordinate Breaks) 120
[考虑坐标断点] (Consider Coordinate Breaks)....120
[F/#计算] (Method to Compute F/#)....120
[追迹光线] (Tracing Rays) 120
[光瞳大小/位置] (Pupil Size/Position)....120
[惠根斯积分计算] (Method to Compute Huygens Integral) 121
[自动] (Auto)....121
[使用平面波] (Force Planar)....121

[使用球面波] (Force Spherical) 121
[其他设置] (Other Settings) 122
[不打印坐标断点数据] (Don't Print Coordinate Break Data) 122
[关闭线程] (Turn Off Threading) 122
[OPD 以 2π 取模] (OPD Modulo 2 pi) 122
[计算数据保存于 Session 文件] (Include Calculated Data in Session File) 122
[光线瞄准] (Ray Aiming) 123
[材料库] (Material Catalogs) 128
[非序列（系统选项）] (Non-Sequential (system explorer)) 129
[每条光线的最大交点数] (Maximum Intersections Per Ray) 130
[每条光线的最大区段数] (Maximum Segments Per Ray) .. 130
[最大嵌套/密接] (Maximum Nested/Touching Objects) 131
[内存中的最大文件型光源的光线数] (Maximum Source File Rays In Memory) 131
[最小相对光线强度] (Minimum Relative Ray Intensity) 131
[最小绝对光线强度] (Minimum Absolute Ray Intensity) 132
[用镜头单位表示的胶合距离] (Glue Distance In Lens Units) 132
[镜头单位下错过光线的画出长度] (Missed Ray Draw Distance In Lens Unit) 132
[简单的光线分束] (Simple Ray Splitting) 133
[文件打开时重新追迹光源的光线] (Retrace Source Rays Upon File Open) 133
[命名过滤器] (Named Filters) 133
[标题/注释] (Title/Notes) 134
[文件] (Files) 135
[单位] (Units) 136
[成本估计(系统选项)] (Cost Estimator (system explorer)) 139
[配置选项(系统组)] (Project Preferences (system group)) 141
[地址栏(配置选项)] (Address (project preferences)) 141
[颜色] (Colors) 143
[编辑器] (Editors) 144
[文件夹] (Folders) 146
[OpticStudio 的文件扩展名（文件名后缀）] (OpticStudio File Types by Extension) 150
[常规] (General) 151
[绘图（配置选项）] (Graphics (project preferences)) 154
[工具栏] (Toolbar) 158
[快捷键] (Shortcut Keys) 159

[默认快捷键总结] (Summary of Default Shortcut Keys) 161
[消息窗口] (Message Boxes).....165
[缩放镜头] (Scale Lens) 166
[自动保存] (Autosave).....168

程序模式组 (Program Mode Group)..... 169
[序列用户界面模式] (Sequential UI Mode).....170
[非序列用户界面模式] (Non-Sequential UI Mode).....171
[切换用户界面模式] (Switching UI Modes).....172

编辑器组（设置选项卡）（Editors Group (Setup Tab)） 176
镜头数据编辑器 (Lens Data Editor).....177
数据列 (Data Columns) 179
表面编号和类型(Surface Number & Type) 179
标注（数据列） Comment (data columns) 179
半径 (Radius).....179
厚度(Thickness).....179
材料 (Material).....180
净半口径和半口径 (Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter).....180
延伸区 (Chip Zone) 180
机械半直径 (Mechanical Semi Diameter) 180
圆锥系数 (Conic) 181
TCE.....181
其他参数 (Other Parameters).....181
序列表面（镜头数据编辑器）Sequential Surfaces (lens data editor) 181
序列表面类型一览表 (Summary Table of Sequential Surface Types) 182
分类序列表面类型 (Sequential Surface Types by Category).....185
ABCD 190
备用偶次面（Alternate Even） 190
备用奇次面（Alternate Odd） 191
大气（Atmospheric） 191
双锥面 (Bionic) 192
双锥 Zernike（Biconic Zernike） 192
二元面 1（镜头数据编辑器序列表面）Binary 1(sequential surfaces, lens data editor) 193
二元面 2（镜头数据编辑器序列表面）Binary 2(sequential surfaces, lens data editor) 194
二元面 3 (Binary 3) 195
二元面 4（Binary 4） 197
双折射入射和双折射射出 (Briefringent In and Birefringent Out) ...199
黑盒子透镜.....206
切比雪夫多项式（Chebyshev Polynomial） 206

共轭.....207
坐标间断.....208
三次样条.....209
菲涅尔柱面 (Cylinder Fresnel).....210
数据（镜头数据编辑器序列表面）(sequential surfaces, lens data editor).....211
衍射光栅（镜头数据编辑器序列表面）Diffraction Grating (sequential surfaces, lens data editor).....212
椭圆光栅 1（Elliptical Grating 1）.....212
[椭圆光栅 2] (Elliptical Grating 2).....214
[偶次非球面] (Even Asphere).....214
[扩展非球面] (Extended Asphere).....215
[扩展三次样条面] (Extended Cubic Spline).....216
[扩展菲涅尔] (Extended Fresnel).....216
[扩展奇次非球面] (Extended odd Asphere).....218
[扩展多项式面型] (Extended Polynominal).....218
[扩展 Toroidal 光栅面] (Extended Toroidal Grating).....219
[滤光片] (Filter).....221
[菲涅尔面] (Fresnel).....221
[通用菲涅尔面] (Generalized Fresnel).....221
[渐变 1] (Gradient 1).....223
[渐变 2] (Gradient 2).....224
[渐变 3] (Gradient 3).....224
[渐变 4] (Gradient 4).....225
[渐变 5] (Gradient 5).....226
[渐变 6] (Gradient 6).....228
[渐变 7] (Gradient 7).....229
GRADIUM™.....230
[渐变 9] (Gradient 9).....232
[渐变 10] (Gradient 10).....234
[渐变 12] (Gradient 12).....234
[网格渐变] (Grid Gradient).....235
[网格相位] (Grid Phase).....237
[网格矢高] (Grid Sag).....238
[全息面 1] (Hologram 1).....241
[全息面 2] (Hologram 2).....242
[不规则面] (Irregular).....243
琼斯矩阵面（镜头数据编辑器序列表面） Jones Matrix (sequential surfaces, lens data editor).....244
[透镜阵列] (Lenslet Array).....244
[非序列元件] (Non-Sequential Components).....244
[奇次非球面] (Odd Asphere).....245

[奇次余弦] (Odd Cosine) 245
[光学制造全息] (Optically Fabricated Hologram) 246
[近轴面] (Paraxial) 249
[近轴 XY] (Paraxial XY) 250
[周期面] (Periodic) 251
[多项式] (Polynomial) 251
[Q 型非球面] (Q-Type Asphere) 252
[径向光栅] (Radial Grating) 252
[径向 NURBS] (Radial NURBS) 253
[逆反射] (Retro Reflect) 255
[幻灯片表面(镜头数据编辑器序列表面)] (Slide (sequential surfaces, lens data editor)) 255
[标准面] (Standard) 256
[超圆锥面] (Superconic) 257
[倾斜面] (Tilted) 258
[Toroidal] (Toroidal) 259
[Toroidal 光栅] (Toroial Grating) 260
[Toroidal 全息图] (Toroidal Hologram) （镜头数据编辑器 序列表面） 261
[Toroidal NURBS 面] (Toroidal NURBS) 262
[用户自定表面] (User Defined) 262
[可变刻线距离光栅] (Variable Line Space Grating) 271
[Zernike Fringe 相位] (Zernike Fringe Phase) 272
[Zernike Fringe 矢高] (Zernike Fringe Sag) 273
[Zernike Standard 相位] (Zernike Standard Phase) 274
[Zernike Standard 矢高] (Zernike Standard Sag) 276
[Zernike Annular 相位] (Zernike Annular Phase) 277
Zernike Annular 相位系数符号规则 278
[Zernike Annular Standard 矢高] (Zernike Annular Standard Sag) ..278
[波带片] (Zone Plate) 279
[表面属性] (Surface Properties) 280
[类型（表面属性）] (Type (surface properties)) 281
[绘图（表面属性）] (Draw (Surface Properties)) 283
[孔径（表面属性）] (Aperture (surface properties)) 286
[孔径类型] (Aperture Type) 287
[孔径类型代码和参数] (Aperture Type Codes and Parameters) 290
[用户自定义孔径和遮光] (User Defined Apertures and Obscurations) 291
[散射（表面属性）] (Surface properties) 297
[倾斜和偏心] (Tilt/Decenter) 300
[物理光学] (Physical Optics) 302

[膜层] (Coating) 304
[导入] (Import) 305
[求解类型(镜头数据编辑器)] (Solve Type（lens data editor）) 306
[求解综述] (Summary of Solves) 307
[半径求解] (Curvature Solves) 309
[厚度求解] (Thickness Solves) 311
[材料求解] (Material Solves) 314
[TCE 求解] (TCE Solve) 317
[参数求解] (Parameter Solves) 318
[限制] (Restrictions) 319
[镜头数据编辑器工具栏] (Lens Data Editor Toolbar) 319
[自动更新模式] (Auto Update Mode) 319
[重新加载表面] (Reload Surface) 320
[重新加载所有表面] (Reload All Surface) 320
[旋转/偏心元件] (Tilt/Decenter Elements) 320
[局部到全局坐标系] (Local To Global) 321
[全局到局部坐标系] (Global To Local) 322
[添加反射镜] (Add Fold Mirror) 323
[删除反射镜] (Delete Fold Mirror) 324
[翻转元件] (Recerse Elements) 325
[按焦距缩放] (Make Focal) 326
[生成双通系统] (Make Double Pass) 326
[孔径] (Aperture) 327
[移除所有表面孔径] (Remove All Aperture) 327
[将半直径转换为表面孔径] (Convert Semi-Diameters to Circular Apertures) 328
[将表面孔径转换为浮动孔径] (Convert Semi-Diameters to Floating Apertures) 328
[将表面半直径转换为最大通光口径] (Convert Semi-Diameters to Maximum Apertures) 328
[以表面孔径替代渐晕系数] (Replace Vignetting with Apertures) 328
[将膜层添加到所有镜头表面] (Add Coating To All Surface) 329
[转到表面] (Go To Surface) 329
[默认列序（镜头数据编辑器工具栏）] (Reset Column Order (lens data editor toolbar)) 329
[默认列宽（镜头数据编辑器工具栏）] (Reset Column Widths (lens data editor toolbar)) 330
[自动列宽] (Automatic Width) 330
[帮助（镜头数据编辑器工具栏）] (Help (lens data editor toolbar)) 330
[非序列元件编辑器] (Non-Sequential Component Editor) 330

[非序列概述] (Non-Sequential Overview) 332
[使用 NSC 光线追迹的方法] (Methods of Using NSC Ray Tracing) .333
混合模式（带有输入端和输出端）中的 NSC 光线追迹 NSC ray tracing in mixed mode (with entry and exit ports).....335
非序列模式（没有端口）中的 NSC 光线追迹 NSC ray tracing in non-sequential mode (without ports) 338
[放置物体] (Object Placement).....340
[从 NSC 物体折射和反射] (Refraction and Reflection From NSC Objects) 343
[偏振和镀膜] (Polarization and Thin Film Coating) 345
[散射（非序列概述）] (Scattering (non-sequential overview)) ...346
[散射分数和散射光线数] (Fraction to Scatter and Number of Scatter Rays) 346
[散射模型] (Scattering Models).....347
[双向散射分布函数] (Bi-Directional Scatter Distribution Function) 348
[可用散射模型] (Available Scatter Models) 348
[薄板散射] (Thin Window Scattering) 354
[如何有效对散射进行建模] (How to Model Scattering Eifficiently) 355
[体散射] (Bulk Scattering).....356
[从 NSC 物体衍射] (Diffraction from NSC Objects) 359
[相干长度建模] (Coherence Length Modeling).....360
[定义用于非序列光线追迹的渐变折射率介质] (Defining GRIN Media for Non-Sequential Ray Tracing).....361
[定义渐变折射率材料物体] (Defining an Object to be of Gradient Index Material).....361
[渐变折射率物体最大步长大小的详述] (Discassion on Maximum Step Size for GRIN Objects) 361
[渐变折射率 DLL 参数] (GRIN DLL Parameters).....361
[创建新的渐变折射率 DLL] (Creating a New DLL).....362
[CAD 物体和 Grid_Gradient DLL] (CAD Objects and the Grid_Gradient DLL).....362
[示例渐变折射率 DLLs] (Sample GRIN DLLs) 362
[定义在衍射表面分光的 DLL] (Defining DLLs for Ray Splitting at Diffractive Surfaces) 365
[用衍射 DLL 定义物体] (Defining an Objects to use the Diffraction DLL) 365
[衍射 DLL 参数] (Diffraction DLL Parameters).....365
[创建新的衍射 DLL] (Creating a New Diffraction DLL).....365
[光线分光] (Ray Splitting) 366
[全部结合在一起] (Putting It All Together) 368

[光线追迹控件] (The Ray Trace Control) 368
[光线数据库 (ZRD) 文件] (Ray Database (ZRD) Files) 368
[ZRD 格式和版本号] (ZRD Format and Version Number) ..369
[ZRD 不压缩全部数据 (UFD) 格式] (The ZRD Uncompressed Full Data Format (UFD)) 370
[LightningTrace 控件] (The LightingTrace Control) 372
[光线数据库指示器] (The Ray Database Viewer) 373
[探测器指示器] (The Detector Viewer) 373
[滤字符串] (The Filter String) 373
[滤字符串示例] (Filter String Examples) 379
[保存和加载探测器数据] (Saving and Loading Detector Data) 381
[鳞甲面物体的特别注意事项] (Special Considerations for Faceted Objects) 383
[关于 DLL 的注释] (Comments About DLLs) 384
[在 NSC 的用户自定义 DLL 中生成随机数] (Random Number Generation in user-Defined DLLs for NSC) 385
[非序列几何物体] (Non-Sequential Geometry Objects) 386
[NSC 物体概要] (Summary of NSC Objects) 386
[环形非球面透镜] (Annular Aspheric Lens) 392
[环形轴锥透镜] (Annular Axial Lens) 393
[环形体] (Annular Volume) 394
[环形面] (Annulus) 395
[阵列（非序列几何物体）] (Array (non-sequential geometry objects)) 396
[环形阵列] (Array Ring) 398
[非球面] (Aspheric Surface) 400
[非球面 2] (Aspheric Surface2) 402
[轴锥面] (Axicon Surface) 403
[双锥透镜] (Biconic Lens) 403
[双锥 Zernike 透镜] (Biconic Zernike Lens) 405
[双锥面] (Biconic Surface) 407
[创建超半球] (Making a Hyperhemispheric Surface) 408
[双锥 Zernike 面] (Biconic Zernike Surface) 409
[二元面 1（非序列几何物体）] (Binary1 (non-sequential geometry objects)) 411
[二元面 2（非序列几何物体）] (Binary 2 (non-sequential geometry objects)) 412
[二元面 2A] (Binary 2A) 413
[布尔（非序列几何物体）] (Boolean (non-sequential geometry objects)) 414
[CAD 装配体文件：Autodesk Inventor、Creo Parametric、SolidWorks] (CAD Assembly：Autodesk Inventor、Creo Parametric、

SolidWorks) 417
[CAD 零件：Autodesk Inventor、Creo Parametric、SolidWorks] (CAD Part：Autodesk Inventor、Creo Parametric、SolidWorks) 419
[CAD 零件：STEP/IGES/SAT] (CAD Part: STEP/IGES/SAT) 422
[CAD 零件：STL] (CAD Part: STL) 425
[CAD 零件：OpticStudio 零件设计] (CAD Part: OpticStudio Part Designer) 427
[复合抛物面聚光镜 (CPC)] (Compound Parabolic Concentrator)428
[CPC 矩形 (CPC rectangle) 429
[圆锥体] (Cone) 430
[圆柱管] (Cylinder Pipe) 431
[圆柱体] (Cylinder Volume) 432
[圆柱管 2] (Cylinder 2 Pipe) 433
[圆柱体 2] (Cylinder 2 Volume) 434
[衍射光栅（非序列几何物体）] (Diffraction Grating (non-sequential geometry objects)) 435
[双增亮膜 DBEF 面] (Dual BEF Surface) 437
[椭圆] (Ellipse) 438
[椭圆体] (Elliptical Volume) 438
[偶次非球面] (Even Asphere Lens) 439
[扩展奇次非球面透镜] (Extended Odd Asphere Lens) 441
[扩展多项式透镜] (Extended Plynomial Lens) 442
[扩展多项式面] (Extended Polynomial Surface) 443
[挤压物体] (Extruded) 444
[鳞甲面] (Faceted Surface) 445
[自由曲面 Z] (Freeform Z) 446
[菲涅尔 1] (Fresnel 1) 447
[菲涅尔 2] (Fresnel 2) 450
[网格矢高透镜] (Grid Sag Lens) 451
[网格矢高透镜 2] (Grid Sag Lens 2) 452
[网格矢高面] (Grid Sag Surface) 455
[六边形透镜阵列] (Hexagonal Lenslet Array) 456
[全息透镜] (Hologram Lens) 457
[全息表面] (Hologram Surface) 458
[琼斯矩阵（非序列几何物体）] (Jones Matrix (non-sequential geometry objects)) 459
[透镜阵列 1] (Lenslte Array 1) 460
[透镜阵列 2] (Lenslet Array 2) 461
[微机电系统] (MEMS) 463
[空物体](Null Object) 465
奇次非球面透镜(Odd Asphere Lens) 466
[近轴透镜]（Paraxial Lens） 467

[多边形物体](Polygon Object)....467
[光线旋转器](Ray Rotator)....473
[矩形锥](Rectangular Corner)....474
[矩形](Rectangle)....475
[矩形管](Rectangular Pipe)....476
[矩形管光栅](Rectangular Pipe Grating)....476
[矩形屋脊](Rectangular Roof)....477
[矩形 Torus 面](Rectangular Torus Surface)....478
[矩形 Torus 体](Rectangular Torus Volume)....479
[矩形体](Rectangular Volume)....479
[矩形体光栅](Rectangular Volume Grating)....481
[ReverseRadiance 探测器](ReverseRadiance Detector)....482
[ReverseRadiance 目标](ReverseRadiance Target)....483
[幻灯片](Slide)（非序列几何物体）....483
[球面](Sphere)（非序列几何物体）....484
[标准透镜](Standard Lens)....485
[标准面](Standard Surface)....487
[扫描物体](Swept Object)....488
[鳞甲径向](Tabulated Faceted Radial)....489
[鳞甲 Toroid](Tabulated Faceted Toroid)....492
[鳞甲菲涅尔径向](Tabulated Fresnel Radia)....493
[Toroidal 全息](Toroidal Hologram)....494
[Toroidal 透镜](Toroidal Lens)....495
[Toroidal 面](Toroidal Surface)....497
[Toroidal 面奇次非球面](Toroidal Surface Odd Asphere)....498
[Torus 面](Torus Surface)....499
[Torus 体](Torus Volume)....500
[三角锥](Triangular Corner)....500
[三角面](Triangle)....501
[用户自定义物体](User Defined Object)....502
[Wolter 面](Wolter Surface)....505
[Zernike 面](Zernike Surface)....506
[非序列光源](Non-Sequential Sources)....507
NSC 光源总结....507
适用于所有光源物体的参数....508
将光源放置在物体内部....509
[添加新光源类型](Adding New Source Types)....510
[衍射光源](Source Diffractive)....510
[二极管光源](Source Diode)....511
[DLL 光源](Source DLL)....513
[椭圆光源](Source Ellipse)....516

[EULUMDAT 文件光源](Source EULUMDAT File) 518
[灯丝光源](Source Filament) 519
[文件光源](Source File) 519
[高斯光源](Source Gaussian) 525
[IESNA 文件光源](Source IESNA File) 526
[导入光源](Source Imported) 526
[物体光源](Source Object) 527
[点光源](Source Point) 529
[径向光源](Source Radial) 529
[光线光源](Source Ray) 530
[矩形光源](Source Rectangle) 531
[管光源](Source Tube) 531
[双角光源](Source Two Angle) 532
[圆柱体光源](Source Volume Cylinder) 533
[椭球体光源](Source Volume Ellipse) 533
[矩形体光源](Source Volume Rectangle) 534
非序列探测器 534
[NSC 探测器概要](Non-Sequential Detectors) 535
[颜色探测器物体](Detector Color Object) 535
[极探测器物体](Detector Polar Object) 539
[矩形探测器物体](Detector Rctangle Object) 541
[面探测器物体](Detector Surface Object) 548
[体探测器物体](Detector Volume Object) 550
[物体作为探测器](Object as Detector) 552
[物体属性](Object Properties) 553
[类型](Type) 553
[常规设置](General Settings) *554*
[光线追迹设置](Ray Trace Settings) *555*
[探测器设置](Detector Settings) *556*
[绘图](Draw) 558
[光源](Source) 559
[随机与 Sobol 采样](Random vs Sobol Sampling) *562*
光谱拟合算法 *564*
定义光谱文件 *565*
如何从光谱中选择光线 *565*
通过光源颜色模型使用 ABg 散射 *566*
[膜层/散射](Coat/Scatter) 566
[散射模型](Scattering Models) *568*
散射分数和散射光线数 *569*
薄板散射 *570*
[散射路径](Scatter To) 570

散射路径列表 *571*
重点采样 *572*
[体散射](Volume Physics) 573
角度散射 *573*
DLL 文件散射 *574*
波长漂移 *574*
磷光和荧光 *575*
[折射率](Index) 579
各向同性类型 *579*
双折射类型 *579*
渐变折射率类型 *581*
[衍射](object properties, non-sequential component editor) 582
CAD 583
SolidWorks 零件 *586*
Autodesk Inventor 零件 *586*
Creo Parametric 零件 *587*
求解类型 587
NSC 编辑器工具栏 588
[重载物体](Reload Object) 588
[重载所有物体](Reload All Objects) 588
[调整参考物体](Modify Reference Object) 588
[编辑物体数据文件](Edit Object Data File) 589
[查看当前物体](View Current Object) 589
[物体编辑器（NSC 编辑器工具栏）](Object Editor (nsc editor toolbar)) 589
[阵列物体](Replicate Object) 590
[合并物体](Combine Objects) 591
[创建多面体](Create Polygon Object) 593
[CAD 工具](CAD Tools) 594
保存修改的零件 *595*
保存 CAD 装配体文件/零件属性 *596*
分解 SolidWorks 装配体文件 *596*
分解 Autodesk Inventor 装配体文件 *597*
分解 Creo Parametric 装配体文件 *598*
分解 CAD 零件：STEP/IGES/SAT *598*
[自由曲面 Z 工具](Freeform Z Tools) 599
插入 Z 坐标 *600*
删除 Z 坐标 *600*
[忽略追迹错误](Ignore Trace Errors) 600
[转到物体](Go to Object) 601
[更新文件列表](Update File Listings) 601

[重置列序](Reset Column Order) 601
[重置列宽](Reset Column Widths) 602
[帮助](Help) 602
[视场数据编辑器](Field Data Editor) 602
[视场向导](Fields Wizard) 603
[多重结构编辑器](Multiple Configuration Editor) 603
多重结构操作数 605
[关于定义字符串的操作数的注解](Operand Properties) 613
操作数属性(multiple configuration editor) 613
菜单选项 614
求解类型 (multiple configuration editor) 616
多重结构编辑器工具栏 618
[插入结构](Insert Configuration) 618
[插入拾取结构](Insert Configuration with Pickups) 618
[删除结构](Delete Configuration) 619
[单结构](Make Single Configuration) 619
[热分析](Make Thermal) 619
[共轭](Make Conjugate) 621
[添加所有结构变量](Add All Data) 623
[转到操作数](Go to Operand) 624
[默认顺序](Reset Column Order) 624
[重置列宽](Reset Column Widths) 624
[帮助](Help 624
使用多重结构 625
第一步 625
定义结构数量 626
定义每个结构 626
忽略表面 626
更改结构 626
通过多重结构优化 627
评价函数编辑器（编辑器组）(Merit Function Editor (Editors Group) 629
优化向导（从“设置选项卡”访问） 629
非序列优化向导（从“设置选项卡”访问） 629
非序列位图向导（从“设置选项卡”访问） 630
非序列道路照明向导（从“设置选项卡”访问） 630
公差数据编辑器（从“设置选项卡”访问）(Tolerance Data Editor (from the Setup Tab) 630
物体编辑器(Object Editor) 631
物体编辑器设置 634
物体属性（物体编辑器） 636
物体特征树 639
物体查看器 643

面属性 645
[使用编辑器](Using the Editors) 645
[编辑器窗口操作](Editor Windows Operations) 645
[撤销、重做和恢复](Undo, Redo, and Recover) 648

视图组(System Viewers Group (the Setup Tab) 650
2D 视图（Setup Tab, sequential） 651
3D 视图（Setup Tab, sequential） 651
实体模型（Setup Tab, sequential） 652
ZEMAX 元件制图（Setup Tab, sequential） 652
ISO 元件制图（Setup Tab, sequential） 652
CAD 零件查看（Setup Tab） 653
物体编辑器（Setup Tab） 653
NSC 3D 视图（Setup Tab non-sequential） 653
NSC 实体模型（Setup Tab, non-sequential） 654

[诊断组](Diagnostics Group) 654
[系统检查](System Check) 655
[性能](Performance) 656
[生成错误光线](Create Error Ray) 658
[忽略追迹错误](Ignore Trace Errors) 658
[网络服务器](Network Server) 659

[窗口控制组](Window Control Group) 659
[窗口置前](Bring to Front) 660
[窗口选项](Window Options) 661
[布局所有窗口](Dock All Windows) 663
[将所有窗口布局到单个工作区](Dock All Windows to Single Workspace) ..663
[浮动所有窗口](Float All Windows) 663
[平铺所有窗口](Tile All Windows) 664
[层叠所有窗口](Cascade All Windows) 664
[锁定所有窗口](Lock All Windows) 664
[解锁所有窗口](Unlock All Windows) 665
[关闭所有窗口](Close All Windows) 665
[布局新窗口](Dock New Windows) 665

[结构组](Configuration Group) 666
[热分析（Setup Tab Sequential UI Mode）] 666
[共轭分析（Setup Tab Sequential UI Mode）] 667
[多重结构编辑器（Multiple Configuration Editor(Setup Tab Sequential UI Mode)）] 668
[多重结构编辑器(Multiple Configuration Editor(Setup Tab Non-Sequential UI Mode)）] 669
[下一个/上一个结构](Next/Previous Configuration) 670

分析选项卡（序列用户界面模式）THE ANALYZE TAB (SEQUENTIAL UI MODE) 670

视图组（分析选项卡，序列用户界面模式）System Viewers Group (the analyze tab, sequential ui mode) 671
截面图 672
3D 视图 676
实体模型 681
Zemax 元件图（系统查看器组） 686
ISO 元件图（系统查看器组） 690
CAD 零件查看器（序列用户界面模式，分析选项卡，系统查看器组） 691

“像质分析”组 694
光线迹点 695
单光线追迹 696
光线像差图 700
标准点列图 704
光迹图 708
离焦点列图 710
全视场点列图 713
矩阵点列图 715
结构矩阵点列图 717
基点（光线和光斑） 719
Y-Ybar 图 721
渐晕图 723
入射角 vs. 像高 726
像差分析（“像质分析”组） 728
光程差图（像差分析，像质分析组） 733
光瞳像差 735
场曲/畸变 737
网格畸变 741
轴向像差 746
垂轴色差 748
色焦移 750
赛德尔系数 752
赛德尔图 756
全视场像差 758
波前图 763
光程差图（波前） 764
波前图 766
干涉图 769
傅科（Foucault）分析（波前） 772
Zernike Fringe 系数 775
Zernike Standard 系数 781
Zernike Annular 系数 785
Zernike 系数 vs. 视场 789

全视场像差 （波前） 791
点扩散函数 792
FFT PSF 792
FFT PSF 计算所使用的假设 795
FFT PSF 截面图 798
FFT PSF 线//边缘 扩展 800
惠更斯 PSF 802
惠更斯 PSF 截面图 807
MTF 曲线 809
对比度损失图 (MTF) 810
FFT MTF 810
离焦 FFT MTF 813
三维 FFT MTF 815
FFT MTF vs. 视场 818
二维视场 FFT MTF 820
惠更斯 MTF 823
离焦惠更斯 MTF 826
二维惠更斯 MTF 829
惠更斯 MTF vs. 视场 831
几何 MTF 833
离焦几何 MTF 835
几何 MTF vs. 视场 838
二维视场几何 MTF 841
RMS 844
RMS vs. 视场 844
RMS vs. 波长 848
RMS vs. 离焦 850
RMS 二维视场图 854
圈入能量 856
衍射（圈入能量） 857
几何 860
几何线/边缘扩散 862
扩展光源 864
扩展图像分析 867
图像模拟 868
几何图像分析 874
几何位图图像分析 884
光源分析 890
部分相干图像分析 894
扩展衍射图像分析 906
相对照度 911
IMA 和 BIM 图片浏览器 915

位图文件查看器 917

激光与光纤(Laser and Fibers Group) 918

物理光学传播 (Physical Optics Propagation) 918
物理光学传播 (About Physical Optics Propagation) 924
衍射传播 (Diffraction Propagation) 926
如何表示电场 (Representation of the Electric Field) 926
菲涅尔数(The Fresnel Number) 927
角谱传播 (Angular Spectrum Propagation) 928
菲涅尔衍射 (Fresnel Diffraction) 929
选择正确的传播算法 (Selecting the Correct Propagator) 930
夫琅禾费衍射 (Fraunhofer Diffraction) 930
引导光束 (The Pilot Beam) 931
相位数据的符号规约 (Sign Conventions for Phase Data) 932
在瑞利距离内部和外部传播 (Propagating In and Out of the Rayleigh Range) 934
X 和 Y 方向分开传播 (Separation of X and Y Propagation) 935
关于点间距和采样的注释 (Comments about Point Spacing and Sampling) 935
通过任意光学表面传播 (Propagation Through Arbitrary Optical Surfaces) .936
通过非序列表面的传播 (Propagating Through Non-Sequential Surfaces) ...937
偏振计算 (Accounting for Polarization) 938
内存要求 (Memory Requirements) 938
定义初始光束 (Defining the Initial Beam) 939
高斯束腰 (Gaussian Waist) 939
高斯角 (Gaussian Angle) 940
高斯尺寸+发散角 (Gaussian Size+Angle) 941
像散高斯 (Astigmatic Gaussian) 941
平顶光束 (Top Hat) 941
文件（定义初始光束） (File (defining the initial beam)) 942
Zemax 光束文件 (ZBF) 二进制格式 (Zemax Beam File (ZBF) Binary Format) 942
Zemax 光束文件 (ZBF) 文本格式 (Zemax Beam File (ZBF) text format) 943
动态链接库 (DLL) 945
光束 DLL 参数 (Beam DLL Parameters) 945
创建新的光束 DLL (Creating a New Beam DLL) 945
多模光束 (Multimode) 945
注释 (!,Comment) 946
相干 (COHERENT) 946
DLL 946
GW 947
非相干 (INCOHERENT) 947

相位 (PHASE).....*947*
平顶光束 (TH).....*948*
使用随机值 (Using Random Values).....948
使用缩放因子 (Using the Scale Factor).....948
表面特定设置 (Surface Specific Settings).....949
使用光线进行传播时的注意事项 (Considerations When Using Rays to Propagate).....949
计算光纤耦合 (Computing Fiber Coupling).....949
积分计算的位置 (Where the Integral is Computed).....950
定义光纤模式 (Defining the Fiber Mode).....950
偏心和倾斜 (Decenters and Tilts).....951
选择接收光纤的位置 (Choosing the Location for the Receiving Fiber).....951
光束定量分析 (Quantitative Beam Analysis).....951
光束坐标和引导光束的属性 (Beam Coordinates and Pilot Beam Properties).....952
峰值辐照度和总功率 (Peak Irradiance and Total Power).952
质心位置 (Centroid Locations).....952
光束宽度和 M² (Beam Width and M-Squared).....952
波前差和 RMS 光束偏差(Wavefront Error and RMS Beam Deviations).....953
圈入能量（定量光束分析） (Encircled Energy (quantitative beam analysis)).....953
Wigner 分布的二阶矩(Second Order Moments of the Wigner Distribution).....954
使用建议 (Suggestions for Use).....956
算法假设 (Algorithm Assumptions).....957
示例 (Samples).....958
自由空间传播 (Free Space Propagation).....959
针孔孔径 (A Pinhole Aperture).....959
透镜阵列 (A Lens Array).....959
Talbot 成像 (Talbot Imaging).....959
菲涅尔透镜 (Fresnel Lens).....960
[光束文件查看器] (Beam File Viewer).....960
[高斯光束] (Gaussian Beam).....962
[近轴高斯光束] (Paraxial Gaussian Beam).....962
[倾斜高斯光束] (Skew Gaussian Beam).....966
[光纤耦合] (Fiber Coupling).....968
[单模光纤耦合] (Single Mode Coupling).....968
[多模光纤耦合] (Multi-Mode Coupling).....972

[偏振与表面物理组（分析菜单，序列模式）] (Polarization and Surface Physics Group (the

analyze tab, sequential ui mode)) 974
偏振（偏振与表面物理组）(Polarization (polarization and surface physics group)) .974
[偏振光追迹] (Polarization Ray Trace) 975
[偏振光瞳图] (Polarization Pupil Map) 977
[透射] (Transmission).....981
[相位像差] (Phase Aberration) 983
[透射光扇] (Transmission Fan).....985
[表面] (Surface) 987
[矢高表] (Sag Table) 987
[相位图] (Surface Phase).....990
[曲率图] (Surface Curvature.....993
[矢高截面图] (Surface Sag Cross Section) 995
[相位截面图] (Surface Phase Cross Section) 997
[曲率截面图] (Surface Curvature Cross Section) 999
[膜层（偏振与表面物理组，分析选项卡，序列模式界面）] (Coatings (polarization and surface physics group, the analyze tab, sequential ui mode)) 1001
[反射率 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）] (Reflection vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 1001
[透射率 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）] (Transmission vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 1003
[吸收率 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）] (Absorption vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 1005
[双向衰减 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）] (Diattenuation vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 1006
[相位 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）](Phase vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 1008
[相位延迟 vs. 角度（膜层，偏振与表面物理组）] (Retardance vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 1010

报告组（分析选项卡，序列模式用户界面）Reports Group (the analyze tab, sequential ui mode)..... 1013
报告图 1014
表面数据报告 1017
系统数据报告 1018
分类数据报告（报告组，分析选项卡，序列模式用户界面） 1019
系统数据摘要 1022
基面数据（报告组，分析选项卡，序列模式用户界面） 1023

通用绘图工具（分析选项卡，序列模式用户界面）Universal Plot Group (the analyze tab, sequential ui mode)..... 1025
一维通用绘图... 1026
新建二维通用绘图... 1029

应用分析组（分析选项卡，序列模式用户界面）Applications Group (the analyze tab,

sequential ui mode) **1034**
杂散光分析 1035
鬼像分析 1035
YNI 贡献 1038
双目镜分析 1040
双目镜视场分析 1040
双目镜水平/垂直视差分析 1044
PAL/Freeform 分析 1047
光瞳光焦图 1048
视场光焦图 1051
非序列追迹 1054

图形和文本窗口操作（Graphics and Text Windows Operations ） **1055**
工具栏按钮功能 1055
OpticStudio 的新绘图 1062
动态叠加 1073
单位注意事项 1074
工具栏按钮 1074
叠加系列编辑器 1075
编辑系列属性 1076
多个子绘图分析 1077
第二 Y 轴叠加 1080
其它注意事项 1082
使用注释功能 1083
为三维布局图添加注释 1085
使用 Windows 剪贴板 1088
使用平移和缩放 1088
中止长时间计算 1089
打印窗口 1089

分析选项卡（非序列模式用户界面）THE ANALYZE TAB (NON-SEQUENTIAL UI MODE) 1092

视图组（分析选项卡，非序列模式用户界面）System Viewers Group (the analyze tab, non-sequential ui mode) **1093**
非序列 3D 视图 1094
非序列实体模型 1097
CAD 零件查看器（视图组，分析选项卡，非序列模式用户界面） 1100
物体编辑器（视图组，分析选项卡，非序列模式用户界面） 1103

光线追迹组（Trace Rays Group） **1106**
光线追迹 1107
Lightning 追迹 1113
特定光线比对（分析选项卡，非序列） 1117

探测器组（Detectors Group） **1121**

探测器查看器 1122
探测器工具 1129
导出极坐标探测器数据为 IES/LDT 光源文件 1130
保存探测器数据文件(DDR)....1132
加载探测器数据文件(DDR)....1133
加载光线数据库文件 (ZRD) 1134

光线追迹分析组（Raytrace Analysis Group） 1136
光线数据库查看器 1137
路径分析 1142
光通量 vs 光谱分析 1146

偏振组（分析选项卡，非序列用户界面）（Polarization Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)....1150
膜层（偏振组，分析选项卡，非序列用户界面） 1151
反射率 vs 角度（膜层，偏振组） 1152
透过率 vs 角度（膜层，偏振组） 1155
吸收率 vs 角度....1157
双衰减 vs 角度（膜层，偏振组） 1159
相位 vs 角度（膜层，偏振组） 1161
相位延迟 vs 角度（膜层，偏振组） 1163
反射率 vs 波长....1165
透过率与波长（膜层，偏振组） 1168
吸收率 vs 波长（膜层，偏振组） 1170
双向衰减与波长 1172
相位 vs 波长（膜层，偏振组） 1174
相位延迟 vs 波长（膜层，偏振组） 1176

报告组（分析选项卡，非序列用户界面）（Reports Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)....1178
分类数据报告（报告组，分析选项卡，非序列用户界面） 1179

通用绘图工具（分析选项卡，非序列用户界面）（Universal Plot Group (the analyze tab, non-sequential ui mode)） 1182
新建一维通用图表 1183
新建二维通用图表 1187

应用分析组（分析选项卡，非序列用户界面）Applications Group (the analyze tab, non-sequential ui mode） 1192
道路照明 1192
光源照度图 1196
反向光线追迹 1200

优化选项卡（序列模式）THE OPTIMIZE TAB (SEQUENTIAL UI MODE) 1205

手动调整组(Manual Adjustment Group)..... 1206
快速聚焦(Quick Focus).....1206
快速调整(Quick Adjust).....1207
滑块(Slider).....1208
可视化优化器(Visual Optimizer).....1209

自动优化组(Automatic Optimization Group) 1211
评价函数编辑器（自动优化组）Merit Function Editor (automatic optimization group) 1211
优化操作数总结(Optimization Operands Summary) 1212
优化操作数总结表(Optimization Operands Summary Table) 1212
分类优化操作数(Optimization Operands by Category) 1215
一阶光学性能(First-Order Optical Properties) 1215
镜头参数约束(Constraints on Lens Data) 1232
镜头属性约束(Constraints on Lens Properties) 1240
参数约束(Constraints on Parameter Data) 1242
附加参数约束(Constraints on Extra Data).....1242
约束玻璃参数(Constraints on Glass Data) 1243
约束近轴光线数据(Constraints on Paraxial Ray Data).....1244
约束实际光线数据(Constraints on Real Ray Data) 1245
约束元件位置(Constraints on Element Positions) 1251
系统参数(Changing System Data).....1251
数学运算操作数(General Math Operands).....1253
多重组态（变倍）数据(Multi-Configuration (Zoom) Data).....1255
高斯光束数据(Gaussian Beam Data) 1256
渐变折射率控制操作数(Gradient Index Control Operands) 1257
傅科分析(Foucault Analysis).....1258
鬼像控制(Ghost Focus Control).....1258
光纤耦合操作数(Fiber Coupling Operands).....1259
宏(ZPL)优化操作数(Optimization with ZPL Macros) 1262
用户自定义操作数(User defined operands) 1262
相对照度操作数(Relative Illumination Operand) 1263
控制优化函数的操作数(Merit Function Control Operands) 1263
约束非序列物体数据(Constraints on Non-Sequential Object Data) 1264
非序列光线追迹和探测操作数(Non-Sequential Ray Tracing and Detector Operands).....1266
约束用于光学制造的全息图的结构光学器件 Constraints on Construction Optics for Optically Fabricated Holograms 1275
约束光学镀膜、偏振光线追迹的数据(Constraints on Optical Coatings, Polarization Ray Trace Data) 1275
物理光学传播计算(Physical Optics Propagation (POP) Results).....1277
最匹配球面数据(Best Fit Sphere Data).....1279

公差灵敏度(Tolerance Sensitivity Data) 1280
热膨胀系数(Thermal Coefficient of Expansion Data)....1280
废弃的操作(Obsolete Operands) 1280
按字母表顺序排列优化操作数 1281
评价函数编辑器工具栏 Merit Function Editor Toolbar....1321
优化向导 (Optimization Wizard) 1323
优化函数类型 (Optimization Function Types) 1324
优化函数标准 (Optimization Function Criteria) 1325
优化函数参考点(Optimization Function Reference Points) 1325
光瞳积分设置(Pupil Integration Settings) 1325
高斯求积(Gaussian Quadrature) 1326
矩形阵列(Rectangular Array)....1327
边界设置(Boundary Settings) 1328
其它设置(Other Settings)....1329
按钮功能(Button Functions) 1331
执行优化(Optimize!) 1331
移除所有变量(Remove All Variables) 1334
设全部半径为变量 (Set All Radii Variable) 1334
设全部厚度变量(Set All Thickness Variable)....1335

全局优化组(Global Optimizers Group) 1335
全局优化(Global Optimizer)....1336
锤形优化 (Hammer Optimizer) 1339
玻璃替换模板（全局优化组）Glass Substitution Template (global optimizers group) 1341

优化工具组(Optimization Tools Group) 1344
寻找最佳非球面(Find Best Asphere) 1344
非球面类型转换(Convert Asphere Types) 1346
库存镜头匹配工具(Stock Lens Matching) 1348
样板匹配 (Test Plate Fitting)....1350
样板列表（优化工具组） Test Plate Lists (optimization tools group)....1353

优化概述 Optimization Overview.... 1355
选择优化变量 (Selecting optimization variables) 1356
修改评价函数 (Modifying the merit function)....1356
操作数权重的注意事项 (Notes on Operand Weights) 1358
理解边界操作数 (Understanding Boundary Operands) 1359
执行优化 (Performing an optimization) 1360
定义复杂操作数 (Defining complex operands) 1360
优化变焦和多重结构镜头 (Optimizing zoom and multiconfiguration lenses) 1362
优化公差灵敏度（优化概述） Optimizing Tolerance Sensitivity (optimization overview) 1362
用户定义的操作数（优化概述） User Defined Operands (optimization overview) 1364
用 ZPL 宏优化 (Optimizing with ZPL Macros) 1364

使用 ZPLM 宏改变镜头数据 (Changes Made to the Lens from within the ZPLM Marcro) 1366
ZPLM 和默认评价函数 (ZPLM and the Default Merit Function) 1366
使用 DDE 编写的程序执行优化 (Optimizing with programs written using DDE) 1366
使用 ZOS-API 编写的程序执行优化 (Optimizing with programs written using ZOS-API) 1370
优化建议 (Suggestions for optimizing) 1372
全局最优 (The Global Optimum) 1372
序列优化 (Sequential Optimization) 1373
默认评价函数的一些陷阱 (Pitfalls with the Default Merit Function) 1373
优化切趾类型的影响 (Optimization with Apodized Beams) 1373
优化 MTF (Optimizing for MTF) 1373
优化玻璃材料选择 (Optimizing Glass Selection) 1375
使用模型玻璃优化 (Optimizing Using Model Glasses) 1375
优化额外数据 (Optimizing Extra Data) 1377
优化含序列光线的非序列的系统 (Optimizing Objects in a Non-Sequential Group with Sequential Rays) 1377
使用 IMAE 操作数优化 (Optimizing with the IMAE Operand) 1377
使用渐变折射率操作数 (Using Gradient Index Operands) 1378
全局优化 (Global Optimization) 1378
OPTICSTUDIO 全局优化功能 (Global Optimization Capabilities of OpticStudio) 1379
全局优化算法 (The Global Optimization Algorithm) 1380
锤形优化算法 (The Hammer Optimization algorithm) 1380
全局优化中的玻璃选择 (Global Optimization of Glass Selection) 1380
使用玻璃替换 (Using Glass Substitution) 1381
限制玻璃的选择 (Restricting Selected Glasses) 1381
使用全局优化的建议 (Suggestions for Using Global Optimizers) 1382

优化选项卡 （非序列界面模式）THE OPTIMIZE TAB (NON-SEQUENTIAL UI MODE) 1383

手动调整组（非序列优化选项卡）Manual Adjustment Group（optimize tab, non-sequential） 1383
滑块 (Slider) 1384
可视化优化器 (Visual Optimizer) 1384

自动优化组（非序列优化选项卡） Automatic Optimization Group(optimize tab, non-sequential) 1385
评价函数编辑器 (Merit Function Editor) 1386
NSC 操作数 (Merit Function Editor) 1386
优化 (Optimize!) 1389
[评价函数向导] (Merit Function Wizards (optimize tab, non-sequential)) 1389

[优化向导] (Merit Function Wizards)....1390
[位图向导] (Bitmap Wizard(optimize tab, non-sequential))....1392
[高分辨率图像和探测器] (High Resolution Images and Detectors) 1393
[道路照明优化向导] (Roadway Lighting Wizard)....1393
[删除所有变量] (Remove All Variables (optimize tab, non-sequential)) 1394

[全局优化组] (Global Optimizers Group (optimize tab, non-sequential)) 1395
[全局优化] (Global Optimizer) 1395
[锤形优化] (Hammer Optimizer)....1395

公差选项卡（THE TOLERANCE TAB） 1396

[生产工具组](Production Tools Group) 1396
[成本估计器（生产工具）](Cost Estimator (production tools)) 1397
[Optimax®错误代码](Optimax® Error Codes) 1399
[锁定设计](Design Lockdown)....1401
[特定光线生成器](Critical Rayset Generator)....1403

[公差分析组](Tolerancing Group)....1407
[公差数据编辑器](Tolerance Data Editor) 1408
[公差操作数](Tolerance Operands) 1409
[公差操作数总结表](Tolerance Operands Summary Table) 1410
[TRAD: 曲率半径公差](TRAD: Tolerance on Radius) 1414
[TCUR: 曲率公差](TCUR: Tolerance on Curvature) 1414
[TFRN：条纹公差]TFRN: Tolerance on Fringes 1414
[TTHI: 厚度公差](TTHI: Tolerance on Thickness) 1415
[TCON: 圆锥系数公差](TCON: Tolerance on Conic) 1415
[TSDI：净口径或半直径公差](TSDI: Tolerance on Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter)....1416
[TSDX, TSDY：表面偏心公差](TSDX, TSDY: Tolerance on Surface Decenters) 1416
TSTX, TSTY：表面倾斜的公差....1416
TIRX, TIRY:表面 TIR 的公差....1416
TIRR: 表面不规则度的公差....1418
TEXI: 使用 Fring Zernike 模型定义的表面不规则度公差 1419
TEZI:使用 Standard Zernike 模型定义的表面不规则度公差 1420
TPAI：参数数据倒数的公差....1422
TPAR：参数数据的公差....1422
TIND：折射率的公差....1422
TABB：阿贝数的公差....1423
TCMU：膜层的公差....1423
TCIO：膜层折射率偏移的公差 1423
TCEO：膜层消光偏移的公差 1424

TEDX、TEDY：元件偏心的公差 1424
TETX、TETY、TETZ：元件倾斜的公差....1424
TOFF：关闭公差（可用于注释）....1425
TUDX、TUDY、TUTX、TUTY、TUTZ：用户自定义倾斜和偏心的公差 1426
TNPS、TNPA、TNMA：非序列数据的公差....1426
TMCO：多重结构数据的公差....1426
公差控制操作数 1427
公差控制操作数总表....1427
关于补偿器最小值和最大值的通用解释 1429
CEDV：定义附加数据值作为补偿器 1429
CMCO：定义多重结构操作数作为补偿器....1429
CNPA：定义非序列参数作为补偿器 1430
CNPS：定义非序列位置作为补偿器 1430
COMP：定义补偿器....1430
CPAR：定义参数作为补偿器....1430
SAVE：保存灵敏度分析镜头文件....1430
SEED:设置随机数生成器的种子数据....1431
STAT：定义统计分布 1431
TWAV：测试波长 1431
操作数属性（公差数据编辑器） 1432
公差数据编辑器工具栏 1432
公差分析向导 1437
公差分析 1440
公差脚本 1451
公差报告 1452

加工图纸与数据组....1453
ISO 元件制图（加工图纸与数据组） 1454
成本估计选项卡 1463
Zemax 元件制图（加工图纸与数据组） 1465
矢高表 1470

面型数据组....1473
矢高图 1474
相位图 1474
曲率图 1475
矢高截面图 1476
相位截面图 1476
曲率截面图 1477

公差概述....1478
基本步骤 1480
使用不规则面型进行公差分析....1481
定义补偿器 1481

OpticStudio 如何进行公差分析计算 1482
评估补偿器 1483
灵敏度分析 1483
RSS 估算改变量 1484
反灵敏度分析 1485
蒙特卡罗分析 1487
正态统计分布 1487
均匀统计分布 1489
抛物线统计分布 1489
用户自定义统计分布 1489
蒙特卡罗分析的嵌套规则 1491
使用公差脚本 1493
公差脚本命令 1494
公差脚本示例 1503
对多重结构（变焦）镜头进行公差分析....1505
对包含求解的系统进行公差分析....1505
排除公差结果中的问题 1506
优化公差灵敏度（公差概述）....1506
公差分析的潜在问题 1506
总结（公差概述） 1507

数据库选项卡 (THE LIBRARIES TAB) 1507

光学材料组 (Optical Materials Group) 1508
材料库 (Material Catalog)....1509
使用材料库 (Using Material Catalogs) 1510
指定要使用的材料库 (Specifying Which Glass Catalog to Use) 1511
编辑并查看材料库 (Editing & Reviewing Glass Catalog)....1512
材料库数据说明 (Description of Catalog Data) 1513
创建新库 (Creating New Catalog) 1516
复制或移动材料库文件 (Copying or Moving Glass Catalog Files) 1516
材料色散公式 (The Glass Dispersion Formulas) 1517
Schott 公式 (The Schott Formula)....1518
Sellmeier 1 公式 (The Sellmeier 1 Formula)....1519
Sellmeier 2 公式 (The Sellmeier 2 Formula)....1520
Sellmeier 3 公式 (The Sellmeier 3 Formula)....1521
Sellmeier 4 公式 (The Sellmeier 4 Formula)....1522
Sellmeier 5 公式 (The Sellmeier 5 Formula)....1523
Herzberger 公式 (The Herzberger Formula)....1524
Conrady 公式 (The Conrady Formula)....1525
光学手册 1 公式 (The Handbook of Optics 1 Formula)....1526
光学手册 2 公式 (The Handbook of Optics 2 Formula)....1527
扩展公式 (The Extended Formula) 1528
扩展 2 公式 (The Extended 2 Formula)....1529

扩展 3 公式 (The Extended 3 Formula) 1530
使用色散公式时的注意事项 (General Comments on Using Dispersion Formulas) 1531
拟合折射数据 (Fitting Index Data) 1532
拟合熔融数据 1533
定义透过率数据 1536
模拟气体和液体（使用材料库） 1538
快速查找材料 1538
材料库的来源 1538
废弃库的数据 1546
AGF 和 BGF 格式的文件 1547
定义色散数据的备选方法 1550
使用 MIL 数定义的材料 1550
使用表格数据材料 1551
使用模型玻璃 1553
材料分析 1554
色散图 1555
玻璃图 1557
无 热化玻璃图(Athermal Glass Map) 1559
透过率曲线 1562
色散曲线 1564
渐变折射率截面图 1566
Gradium 折射率截面图 1569
材料工具 1571
玻璃比较 1571
玻璃拟合 1574
玻璃替换模板（材料工具） 1578

库存镜头组 1582
镜头库 1583
创建个人镜头库 1588
样板列表(库存镜头组) 1589

[膜层组] (Coatings Group) 1593
[膜层库] (Coating Catalog) 1593
[膜层工具] (Coating Tools) 1595
[编辑膜层文件] (Edit Coating File) 1595
[重新加载膜层文件] (Reload Coating File) 1596
[输出加密膜层文件] (Export Encrypted Coating) 1597
[定义膜层] (Defining Coating) 1598
[膜层文件数据语句] (Coating File Data Syntax) 1600
[TAPR 数据部分] (The TAPR data section) 1602
[COAT 数据部分] (The COAT Data Section) 1606

[定义重复膜层层组] (Defining Replicated Groups of Coating Layers) 1608
[定义简单理想膜层] (Defining Simple Ideal Coating) 1610
[加密数据部分] (The ENCRYPTED data section) 1610
[IDEAL2 数据部分] (The IDEAL2 data section) 1611
[TABLE 数据部分] (The TABLE data section).....1612
[在膜层文件添加注释] (Adding Comments to the Coating File).....1614
[对于膜层数据量的限制] (Limits on the Amount of Coating Data).....1614
[关于膜层] (About Coatings) 1615
[OpticStudio 自带的默认材料和膜层] (Default Materials & Coating Supplied with OpticStudio).....1615
[指定表面上的膜层] (Specifying Coatings on Surfaces).....1617
[作为标准量具的膜层] (Coating as Etalons) 1618
[优化膜层](Optimizing Coatings).....1619
[无膜层表面属性] (Properties of Uncoated Surfaces).....1620

[散射组] (Scattering Group).....1622
[IS 散射库数据] (IS Scatter Catalog Data).....1623
[ABg 散射数据库] (ABg Scatter Data Catalogs).....1626
[散射函数查看器] (Scatter Function Viewer) 1629
[散射极坐标图] (Scatter Polar Plot) 1635

[荧光散射组] (Phosphors and Fluorescence Group) 1639
[新建光谱文件] (Create Spectrum File) 1640
[查看光谱文件] (View Spectrum File).....1642

[光源组] (Sources Group) 1644
[RSMX 光源模型] (Radiant Source Models) 1645
[下载 RSMX 光源文件] (Download Radiant Source Models).....1646
[查看 RSMX 光源模型](Radiant Source Model™ Viewer) 1648
生成 Radiant 光源模型光线 (Generate Radiant Source Model Rays) 1651
IES 光源模型 (IES Source Models).....1655
下载 IES 光源文件 (Download IES Files).....1655
将 SDF 光源文件转化为 IES 光源文件 (Convert Spectral Source File(SDF) to IES).....1656
SDF 光源模型 (Spectral Source Models).....1658
转换成光源光谱文件 (Convert to Spectral Source File).....1658
合并光谱光源文件 (Concatenate Spectral Source Files).....1661

光源查看器组（Source Viewers Group） 1663
光源配光曲线（Source Directivity Plot） 1665
光源极坐标图（Source Polar Plot） 1667
[光源光谱图](Source Spectrum Plot).....1670
[CIE 1931 色品图](CIE 1931 Color Chart) 1672
[CIE 1976 色品图](CIE 1976 Color Chart) 1673

零件设计选项卡（THE PART DESIGNER TAB） 1674

【系统选项组 (零件设计选项卡)】(System Group(the part designer tab)) 1675

【零件设计】(Part Designer) 1676

【文件（系统选项组 零件设计选项卡）】(File (system group，the part designer tab)) 1676

【撤销 恢复】（Undo Redo） 1678

【编译所有】 (Build All) 1679

【脚本,草图，零件库，配置选项】(Script，Sketch，and Gallery Modes，Project Preferences) 1680

【脚本模式】(Script Mode) 1680

【草图模式】 (Sketch Mode) 1681

【零件库 （脚本，草图，零件库，工程属性）】 (Gallery Mode (script，sketch，and gallery modes，project preferences)) 1682

【配置选项（脚本，草图，零件库，配置选项）】(Project Preferences (script，sketch，and gallery modes，project preferences)) 1683

【插入选项组（零件设计选项卡）】(Insert Group (the part designer tab)) 1685

【声明】(Declaration) 1685

【参量】(Parameter) 1686

【常量】(Constant) 1686

【物体】(Objects) 1687

【立方体】(Cube) 1688

【圆锥体】(Cone) 1689

【圆柱体】(Cylinder) 1690

【复合抛物面聚光器】(Compound Parabolic Concentrator) 1691

【矩形复合抛物面聚光器】(Rectangular Compound Parabolic Concentrator) 1691

[椭圆体 1](Elliptical Volume 1) 1693

[椭圆体 2](Elliptical Volume 2) 1694

[透镜](Lens) 1695

[多边形物体](Polygon) 1696

[棱锥体（物体）](Pyramid (objects)) 1697

[键槽体](Slot) 1698

[球体（物体）](Sphere (objects)) 1698

[螺旋体](Spiral) 1699

[圆环体](Torus) 1700

[草图实体](Sketch Objects) 1702

[拉伸凸台](Prism/Extrusion) 1702

[拉伸棱锥（草图实体）](Pyramid (sketch objects)) 1702

[回转实体](Revolve) 1703

[操作选项组（零件设计选项卡）](Operations Group (the part designer tab)) 1703

[编辑实体（操作选项组，零件设计选项卡）](Shapes (operations group, the part

designer tab))....1703
[矩形阵列（编辑实体）](Array (shapes)) 1704
[复制实体体](Copy) 1705
[圆形阵列](Ring) 1705
[倒角](Chamfer) 1706
[圆角](Fillet) 1706
[释放内存](Free) 1706
[缩放实体](Scale) 1706
[着色实体（编辑实体）](Color (shapes)) 1706
[平移/镜像（操作选项组，零件设计选项卡）](Translate (operations group, the part designer tab))....1706
[移动实体](Move) 1707
[旋转实体](Rotate) 1708
[镜像移动](Mirror) 1708
[定位实体](Reflect) 1709
放置(Position) 1709
布尔（操作指令组）(Boolean (operations group)) 1710
联合(Union) 1710
差集(Difference) 1711
重叠(Overlap) 1711
光线（操作指令组，零件设计选项卡）(Ray(operations group,the part designer tab)) 1711
数学规则（操作指令组）(Math Syntax (operations group)) 1713

草图指令组(Sketch Group) 1713
箭头工具(Arrow Tool) 1714
直线工具(Line Tool) 1714
曲线工具(Curve Tool) 1715
弧线工具(Arc Tool) 1716

搜索栏（零件设计选项卡）(Search Bar (part designer tab)) 1717

零件设计的使用 (Using Part Designer) 1718
开始 (Getting Started) 1718
ZPO 和 ZSO 1719
创建一个零件物体(Building a Part Object) 1720
创建草图(Creating a Sketch) 1721
使用草图(Using a Sketch)....1722
什么是贝塞尔线段？(What is a Bezier Segment?)....1723
OpticStudio 中的显示和参数化的草图 (Exposing&Parameterizing Sketches within OpticStudio) 1724
约束曲线 (Constraining a Curve) 1725
[对点和弧线命名] (Naming Points & Arcs) 1731
[零件库] (Gallery Mode) 1732
[命令(使用零件设计)] (Commands（using part designer）) 1733
[插入命令组] (Insert Group) 1734

[声明命令] (Declaration Commands)....1734
[物体创建命令] (Object Creation Commands)....1734
[草图实体命令] (Sketch Object Commands)....1736

［操作选项组］(Operations Group)....1737
［形状（操作组，零件设计选项卡）］(Shapes (operations group, the part designer tab))....1737
[平移|镜像转换（操作组，零件设计选项卡）] (Translate (operations group, the part designer tab))....1740
[布尔运算（操作组）] (Boolean (operations group))....1743
[光线（操作组，零件设计选项卡）] (Ray (operations group, the part designer tab))....1745
[数学运算语句] (Math Syntax)....1747

教程 1：7 单元格集群光学聚光镜（利用零件设计）(Cell Cluster Concentrator Optic (using part designer))....1748

教程 2：（使用零件设计）从草图创建棱镜....1760

编程选项卡（THE PROGRAMMING TAB）....1771

ZPL 宏组....1771
宏列表....1772
编辑/执行....1772
刷新列表....1775
新建宏....1775
宏帮助....1775

关于 ZPL....1776
简介....1776
创建 ZPL 宏....1777
ZPL 概述....1777
赋值....1777
关键字....1778
注释....1779
创建图形....1779
数值变量....1779
数组变量....1780
数值运算符....1781
数值逻辑运算符....1781
字符串变量....1782
字符串运算符....1783
字符串逻辑运算符....1784
数值函数....1785
使用 FICL() 函数....1800
字符串函数....1801

关键字 1804
APMN、APMX、APTP、APXD、APYD 1804
ATYP、AVAL 1804
BEEP 1804
CALLMACRO 1805
CALLSETDBL 1806
CALLSETSTR 1806
COAT 1806
CLOSE 1806
CLOSEWINDOW 1807
COLOR 1807
COMMAND 1807
COMMENT 1808
CONI 1808
CONVERTFILEFORMAT 1808
CONVERTIMAGETOGRID 1808
COPYFILE 1809
CURV 1809
DECLARE 1809
DEFAULTMERIT 1810
DELETE 1810
DELETECONFIG 1811
DELETEFILE 1811
DELETEMCO 1812
DELETEMFO 1812
DELETEOBJECT 1812
DELETETOL 1813
EDVA 1813
END 1813
EXPORTBMP 1813
EXPORTCAD 1814
EXPORTJPG 1815
FINDFILE 1816
FLDX, FLDY, FWGT, FVDX, FVDY, FVCX, FVCY, FVAN 1816
FOR, NEXT 1816
FORMAT 1817
FTYP 1818
GCRS 1818
GDATE 1818
GETEXTRADATA 1819
GETGLASSDATA 1819
GETLSF 1820
GETMTF 1822
PRINT "mtf Y = " + $STR(vec1(1)) 1823

GETPSF 1823
GETSYSTEMDATA 1824
GETTEXTFILE(keywords) 1825
GETVARDATA 1827
GETZERNIKE 1828
GLAS 1829
GLASSTEMPLATE 1829
GLENSNAME 1830
GLOBALTOLOCAL(keywords) 1830
GOSUB、SUB、RETURN 和 END 1831
GOTO 1831
GRAPHICS(keywords) 1832
GTEXT 1833
GTEXTCENT 1833
GTITLE 1833
HAMMER(keywords) 1834
IF-THEN-ELSE-ENDIF 1834
IMA 1835
IMAGECOMBINE 1835
IMAGEEXTRACT 1836
IMASHOW 1837
IMASUM 1837
IMPORTEXTRADATA(keywords) 1838
INPUT 1838
INSERT 1838
INSERTCONFIG 1839
INSERTMCO(keywords) 1839
INSERTMFO(keywords) 1839
INSERTOBJECT(keywords) 1840
INSERTTOL 1840
LABEL 1840
LINE(keywords) 1841
LOADARCHIVE 1841
LOADCATALOG 1842
LOADDETECTOR(keywords) 1842
LOADLENS 1842
LOADMERIT(keywords) 1843
LOADTOLERANCE(keywords) 1843
LOCALTOGLOBAL(keywords) 1844
LOCKWINDOW 1844
MAKEFACETLIST 1844
MAKEFOLDER 1845
MODIFYSETTINGS(keywords) 1845
NEXT 1858

NSLT 1858
NSTR 1859
NUMFIELD 1860
NUMWAVE 1860
OPEN 1860
OPENANALYSISWINDOW 1861
OPTIMIZE(keywords) 1861
OPTRETURN 1862
OUTPUT 1862
PARM 1863
PARAXIAL(keywords,programming tab,about the zpl) 1863
PAUSE 1864
PIXEL 1864
PLOT 1864
PLOT2D 1866
POLDEFINE 1868
POLTRACE 1868
POP 1870
PRINT 1870
PRINTFILE 1871
PRINTWINDOW 1871
PWAV 1872
QUICKFOCUS(keywords) 1872
RADI 1872
RANDOMIZE 1872
RAYGENERATOR 1873
RAYTRACE 1874
RAYTRACEX 1875
READ 1875
READ_LOCALE 1876
READNEXT_LOCALE 1877
READNEXT 1878
READSKIP 1879
READSTRING 1880
RELEASE 1880
RELOADOBJECTS 1880
REM、!、# 1881
REMOVEVARIABLES(keywords) 1881
RESUMEUPDATES 1881
RENAMEFILE 1881
RETURN 1882
REWIND 1882
SAVEARCHIVE 1882
SAVEDETECTOR(keywords) 1883

SAVELENS....1883
SAVEMERIT(keywords)....1883
SAVETOLERANCE(keywords)....1884
SAVEWINDOW....1884
SCATTER....1884
SDIA....1885
SETAIM....1885
SETAIMDATA....1885
SETAPODIZATION....1886
SETCONFIG(keywords)....1886
SETDETECTOR....1887
SETMCOPERAND....1887
SETNSCPARAMETER(keywords)....1888
SETNSCPOSITION(keywords)....1888
SETNSCPROPERTY(keywords)....1889
SETOPERAND(keywords)....1895
SETSTDD....1896
SETSURFACEPROPERTY, SURP....1896
SETSYSTEMPROPERTY、SYSP....1902
SETTEXTSIZE....1907
SETTITLE....1908
SETTOL(keywords)....1908
SETUNITS....1908
SETVAR....1908
SETVECSIZE....1909
SETVIG(keywords)....1909
SHOWBITMAP....1910
SHOWFILE....1910
SOLVEBEFORESTOP....1911
SOLVERETURN....1911
SOLVETYPE....1911
STOPSURF....1916
SUB....1916
SURFTYPE....1916
SUSPENDUPDATES....1916
TELECENTRIC....1917
TESTPLATEFIT....1917
THIC....1917
TIMER....1918
TOLERANCE....1918
UNLOCKWINDOW....1919
UPDATE....1919
VEC1、VEC2、VEC3、VEC4....1919
WAVL、WWGT....1920

XDIFFIA 1920
ZBF2MAT 1921
ZBFCLR 1921
ZBFMULT 1922
ZBFPROPERTIES 1922
ZBFREAD 1923
ZBFRESAMPLE 1924
ZBFSHOW 1924
ZBFSUM 1925
ZBFTILT 1925
ZBFWRITE 1925
ZRD2MAT 1926
ZRDAPPEND 1926
ZRDFILTER 1927
ZRDPLAYBACK 1927
ZRDSAVERAYS 1928
ZRDSUM 1928
示例宏 1 1929
示例宏 2 1929
[从宏中调用宏](Calling a Macro from within a Macro) 1930
[使用 ZPL 宏求解](Using ZPL Macro Solves) 1931

[扩展组](Extensions Group) 1933
[扩展程序列表](Extension List) 1933

[命令行界面](Command Line Interface) 1935

[刷新列表](Refresh List (extensions group)) 1935

[扩展帮助](Extensions Help) 1936

[关于扩展编程](About Extensions) 1936
[简介](Introduction(about extensions)) 1937
[编写扩展的要求](Requirements for Writing Extensions) 1938
[建立链接](Establishing the Link) 1939
[有关 DDE 超时间隔的注解](Comments on the DDE Timeout Interval) 1939
[终止链接](Terminating the link) 1940
[从 OpticStudio 提取数据](Extracting data from OpticStudio) 1940
[数据项](THE DATA ITEMS) 1940
CloseUDOData 1940
DeleteConfig(the data items) 1940
DeleteMCO(the data items) 1941
DeleteMFO(the data items) 1941
DeleteObject(the data items) 1941
DeleteSurface 1941

ExportCAD(the data items) 1941
ExportCheck 1942
FindLabel 1942
GetAddress 1942
GetAperture 1943
GetApodization 1943
GetAspect 1943
GetBuffer 1943
GetComment 1944
GetConfig 1944
GetDate 1944
GetExtra 1944
GetField 1944
GetFile 1945
GetFirst 1945
GetGlass 1945
GetGlobalMatrix 1945
GetIndex 1945
GetLabel 1946
GetMulticon 1946
GetName 1946
GetNSCData 1946
GetNSCMatrix 1946
GetNSCObjectData 1947
GetNSCObjectFaceData 1948
GetNSCParameter 1949
GetNSCPosition 1950
GetNSCProperty 1950
GetNSCSettings 1950
GetNSCSolve 1950
GetOperand 1951
GetPath 1951
GetPolState 1951
GetPolTrace 1951
GetPolTraceDirect 1952
GetPupil 1952
GetRefresh 1952
GetSag 1953
GetSequence 1953
GetSerial 1953
GetSettingsData 1953
GetSolve 1953
GetSurfaceData 1954
GetSurfaceDLL 1956

GetSurfaceParameter 1956
GetSystem 1956
GetSystemAper 1957
GetSystemProperty 1957
GetTextFile(the data items) 1957
GetTol 1958
GetTrace 1958
GetTraceDirect 1959
GetUDOSystem 1959
GetUpdate 1960
GetVersion 1960
GetWave 1960
GlobalToLocal(the data items) 1960
Hammer(the data items) 1960
ImportExtraData(the data items) 1961
InsertConfig 1961
InsertMCO(the data items) 1961
InsertMFO(the data items) 1961
InsertObject(the data items) 1961
InsertSurface 1962
LoadDetector 1962
LoadFile 1962
LoadMerit 1962
LoadTolerance(the data items) 1963
LocalToGlobal(the data items) 1963
MakeGraphicWindow 1963
MakeTextWindow 1964
ModifySettings(the data items) 1965
NewLens 1965
NSCCoherentData 1965
NSCDetectorData 1965
NSCLightningTrace 1965
NSCTrace 1966
OpenWindow 1966
OperandValue 1966
Optimize(the data items) 1966
PushLens 1967
PushLensPermission 1967
QuickFocus(the data items) 1967
ReleaseWindow 1967
RemoveVariables(the data items) 1968
SaveDetector(the data items) 1968
SaveFile 1968
SaveMerit(the data items) 1968

SaveTolerance(the data items) 1969
SetAperture 1969
SetBuffer 1969
SetConfig(the data items) 1970
SetExtra 1970
SetField 1970
SetFloat 1970
SetLabel 1971
SetMulticon 1971
SetNSCObjectData 1971
SetNSCObjectFaceData 1971
SetNSCPosition(the data items) 1971
SetNSCParameter(the data items) 1972
SetNSCProperty(the data items) 1972
SetNSCSettings 1972
SetNSCSolve 1972
SetOperand(the data items) 1973
SetPolState 1973
SetSettingsData 1973
SetSolve 1973
SetSurfaceData 1974
SetSurfaceParameter 1974
SetSystem 1974
SetSystemAper 1974
SetSystemProperty 1974
SetTol(the data items) 1975
SetUDOData 1975
SetUDOItem 1975
SetVig(the data items) 1975
SetWave 1975
WindowMaximize 1976
WindowMinimize 1976
WindowRestore 1976
[追迹大量光线](Tracing large numbers of Rays) 1976
[第 1 步：将光线数据置于数组中](Step1:Placing the Ray Data in the Array) 1976
[模式 0：类似于 GetTrace](Mode0: Similar to GetTrace) 1977
[模式 1: 类似于 GetTraceDirect](Mode 1: Similar to GetTraceDirect) 1978
[模式 2：类似于 GetPolTrace](Mode 2: Similar to GetPolTrace) 1979
[模式 3:类似于 GetPolTraceDirect](Mode 3: Similar to GetPolTraceDirect) 1980
[模式 5：用于追迹非序列光线](Mode 5: For Tracing Non-Sequential Rays) 1981

[第 2 步：将数组传递到 OpticStudio](Step 2: Pass the Array to OpticStudio) 1983
[OpticStudio 调用客户端的方式](How OpticStudio Calls the Client)....1983
[生成文本窗口](Generating a text Windows)....1984
[生成图形窗口](Generating a Graphic Window)....1985
ADDRESS....1985
BOX....1985
DATA(generating a graphic window)....1985
DATE....1986
FRAME....1986
GRID....1986
LENSNAME....1986
LINE....1986
NOFRAME....1986
PENSTYLE....1987
TEXT....1987
TITLE....1987
[扩展程序示例](A sample Extension program)....1987
[用于实现扩展的简化方法](A Simplified Technique for Implementing Extensions)....1988
[使用 ZCLIENT 的扩展程序示例](A Sample Extension Program Using ZCLIENT) 1990
[通过 PhasePlot 模板来编写扩展](Writing Extensions from the PhasePlot Template)....1990
[使用 GetTextFile 获取分析数据](Getting Analysis Data Using GetTextFile)1991

[字符串代码](String Codes)....1991

[ZOS-API.NET 应用程序组](ZOS-API.NET Applications Group)....2001
[自定义分析](User Analyses)....2002
[自定义扩展](User Extensions)....2003
[帮助系统](Help System) (zos-api.net applicationsgroup)....2003
[接口文档](Interface Documentation) (zos-api.net applications group)....2004

[ZOS-API.NET 应用程序编译器组](ZOS-API.NET Application Builders Group)....2005
C#....2006
MATLAB....2007
Python....2007

[关于 ZOS-API](About the ZOS API)....2008
[简介](Introduction) (about the zos-api)....2008
[连接…](Get Connected…)....2009
[手动创建项目](Manually Creating a Project (Using Visual))....2010
[自动创建项目](Automatically Creating a Project (For Visual Studio))....2020
[ZOS 独立应用程序](ZOS Standalone Applications)(Your Application

Users ZOS) 2021
[ZOS 固有程序](ZOS Inherent)（ZOS Uses Your Applications） 2021
[最后的思考…](Final Thoughts…) 2023
[有关模板代码的注意事项...](Cautionary Notes About the Boilerplate Code…) 2024
IZOSAPI_Application TheApplication 2025
void TheApplication.CloseApplication() 2025
LicenseStatusType TheApplication.LicenseStatus（只读(Read Only)） 2025
ZOSAPI_Mode TheApplication.Mode（只读(Read Only)） 2026
[在应用程序级别使用 IOpticalSystem](Working With IOpticalSystem at the Application Level) 2026
［Samples”文件夹](The Sample Folder) (TheApplication.SampleDir) 2027
IOpticalSystem ThePrimarySystem 2027
ISystemData TheSystemData 2028
ISDApertureData Aperture 2029
IFields 视场(Fields) 2031
IWavelengths 波长(Wavelengths) 2033
ISDEnvironmentData Environment 2035
ISDPolarizationData Polarization 2036
ISDAdvancedData 高级（Advanced） 2037
ISDRayAimingData RayAiming 2038
ISDMaterialCatalogData MaterialCatalogs 2039
ISDTitleNotes TitleNotes 2040
ISDFiles Files 2040
ISDUnitsData 单位（Units） 2042
分析 Analysis 2044
[启动分析](Starting an Analysis) 2045
[查看分析信息](Viewing Analysis Information) 2045
[更改设置](Changing Setting) 2046
[生成结果](Generating Results) 2049
[获取结果](Getting Results) 2049
IAR_MetaData MetaData 2050
IAR_DataGrid[] DataGrids 2050
IAR_DataGridRgb[] DataGridsRgb 2052
IAR_DataSeries[] DataSeries 2053
[镜头数据编辑器](The Lens Data Editor) (ILensDataEditor) 2055
ILDERow SurfaceType <XXX [链接到序列表面](link toSequential Surfaces)> 2056
IsurfaceTypeSettings 2058
ILDERow ‘Surface Properties’ 2058
ILDETypeData TypeData 2058
ILDEDrawData DrawData 2059
ILDEApertureData ApertureData 2060
ILDEScatteringData ScatteringData 2061

ILDETiltDecenterData TiltDecenterData 2062
ILDEPhysicalOpticsData PhysicalOpticsData 2063
ILDECoatingData CoatingData 2064
ILDEImportData ImportData....2066
IeditorCell(the lens data editor) 2067
[非序列元件编辑器](The Non-Sequential Components Editor) (INonSeqEditor) 2068
INCERow ObjectType <XXX[链接到 NSC 物体概述](Link to Summaryof NSC Objects)> 2070
INCETypeData TypeData 2072
INCEDrawData DrawData 2073
INCESourcesData SourcesData 2074
INCECoatScatterData CoatScatterData 2075
INCEScatterToData ScatterToData....2075
INCEVolumePhysicsData VolumePhysicsData....2076
INCEIndexData IndexData....2076
INCEDiffractionData DiffractionData 2077
INCECADData CADData....2078
[评价函数编辑器](The Merit Function Editor) (IMeritFunctionEditor) 2079
IMFERow MeritOperandType <XXXLink to Merit Operand Type>....2081
[所有 MeritOperandType 可用的基础数据](Fundamental Data Available to all MeritOperandTypes) 2082
[MeritOperandType 的特殊数据](Data Specific to MeritOperandTypes)....2082
ITDERow ToleranceOperandType <XXX[链接到公差操作数类型](Link to Tolerance Operand Types)> 2084
[所有 ToleranceOperandType 可用的基础数据](Fundamental Data Available to All ToleranceOperandTypes)....2084
[ToleranceOperandType 的特殊数据](Data Specific to ToleranceOperandType) 2085
[多重结构编辑器](The Multi-Configuration Editor) 2085
IMCERow MultiConfigOperandType <XXX[链接到多重结构操作数类型](Link to Multiconfig Operand types)>....2089
[可用于所有 MultiConfigOperandType 的基础数据](Fundamental Data Available to all MultiConfigOperandTypes) 2089
[MultiConfigOperandType 的特殊数据](Data Specific to MultiConfigOperandType) 2090
[访问每个结构中的每个操作数单元格（值）](Visit Each Operand Cell (Value) in Each Configuration) 2090
IEditorCell....2091
[获取 IEditorCelL ...](Get an IEditorCelL in the…) 2091
[可用于所有 IEditorCell 的基础值数据](Fundamental Value Data Available to All IEditorCells) 2092
[可用于所有 IEditorCell 的基础求解数据](Fundamental Value Data Available to All IEditorCells) 2094
IOpticalSystemTools ThePrimarySystem.Tools 2095

ISystemTool Tools.CurrentTool....2096
IGlobalOptimization OpenGlobalOptimization....2098
IHammerOptimization OpenHammerOptimization....2100
ICreateArchive OpenCreateZAR....2100
IRestoreArchive OpenRestoreArchive....2101
IExportCAD OpenExportCAD....2102
[自定义操作数](User Operand)....2104
[自定义分析](User Analysis)....2105
[设置 – 在运行时与用户交互](Settings – Interacting with the User at Runtime)....2106
If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysisSettings)....2107
If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysis)....2108
[一维折线图](1D Line Plot)....2108
[二维网格图](2D Grid Plot)....2109
[2D RGB 网格图](2D RGB Grid Plot)....2110
[文本数据](Text Data)....2110
[插件/扩展](Plug-In/Extension)....2111

帮助选项卡（THE HELP TAB）....2112

信息选项卡(Information Group)....2113
关于 OpticStudio(About)....2113
许可证协议(License Agreement)....2115
授权管理(License Manager)....2115
登陆管理控制中心....2117
(Launch Sentinel Admin Control Center)....2117
许可证信息(License Information)....2117

[文档选项卡](Documentation Group)....2119
[帮助系统（文档选项卡）](Help System (documentation group))....2119
[帮助 PDF](Help PDF)....2120
[ZOS-API 语法帮助（文档选项卡）](ZOS-API Syntax Help (documentation group))....2120

[资源选项卡](Resources Group)....2121
OpticStudio 入门指南 (Getting Started Using OpticStudio)....2122
[知识库] (Knowledge Base)....2123
[电子邮件技术支持] (Email Technical Support)....2123

[网站选项卡](Websites Group)....2124
[Zemax 主页](Zemax Home)....2124
[用户论坛](User Forums)....2125
[下载](Downloads)....2125

实用工具选项卡 (Utilities Group)....2126
检查更新(Check for Updates)....2126

系统诊断(System Diagnostic)....2128
功能查找 (Feature Finder) 2130

Zemax 实验室选项卡(Zemax Lab Group) 2131

实验功能 (Feature Experiments)....2132
用户调研（Research Surveys） 2133

搜索栏 (帮助菜单)[Search Bar (help tab)] 2135

规约和定义 2136

当前结构.... 2136

角放大率.... 2136

切趾 2136

后焦距.... 2136

基面 2137

主光线.... 2137

坐标轴系.... 2138

衍射极限.... 2138

边缘厚度.... 2138

有效焦距.... 2139

入瞳直径.... 2139

入瞳位置.... 2139

出瞳直径.... 2139

出瞳位置.... 2139

视场角和高度 2140

光阑尺寸浮动 2140

鬼像反射.... 2141

玻璃 2141

六边环 2141
像空间 F/# 2142
像空间数值孔径 (NA) 2142
透镜单位 2142
边缘光线 2142
最大视场 2143
混合模式 2143
原生物体 2143
非近轴系统 2143
非序列光线追迹 2144
归一化视场坐标 2144
归一化光瞳坐标 2146
NSC 2147
物方空间数值孔径 2147
参数数据 2148
近轴和傍轴光线 2148
近轴像高 2149
近轴放大率 2149
近轴工作 F/# 2149
主波长 2149
半径 2150
真实传播 2150
弧矢和子午 2150
半直径 2151

序列光线追迹 2151

特殊字符 2152

斯特列尔比 2152

表面孔径 2152

系统孔径 2152

厚度 2153

全内反射 (TIR) 2153

总长 2153

渐晕因子 2153

虚拟传播 2155

波长数据 2156

工作 F/# 2156

附录：完整索引 2158